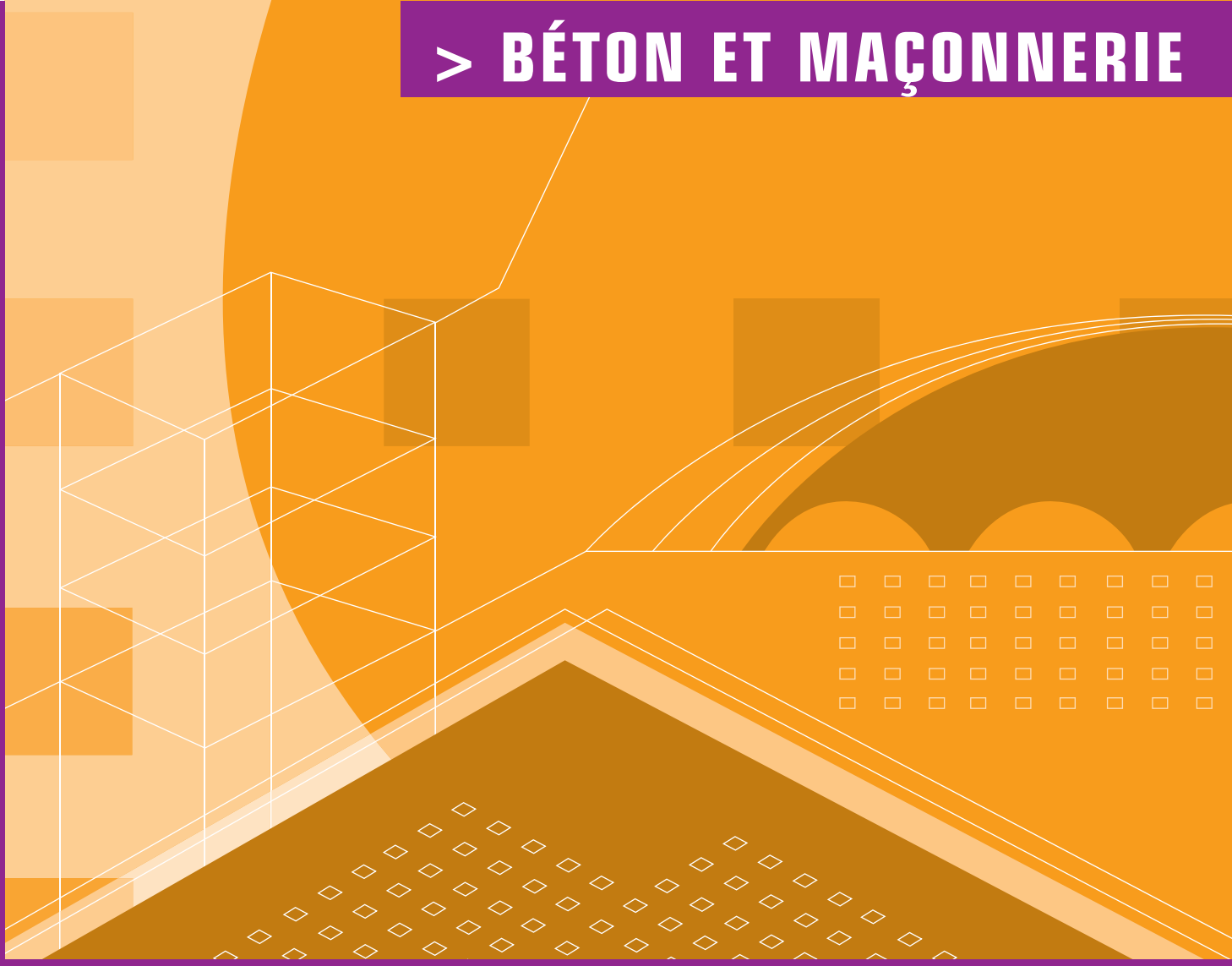
I FABEM I GUIDES STRRES I

> BÉTON ET MAÇONNERIE



4 Protection des bétons

STRRES
NOTRE TALENT DÉFIE LE TEMPS

UNE ÉDITION DU SYNDICAT NATIONAL DES ENTREPRENEURS SPÉCIALISTES DE TRAVAUX DE RENFORCEMENT DE STRUCTURES (STRRES)

Le présent guide s'adresse **aux entrepreneurs** qui ont à réaliser la mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton**. Le terme de **système de revêtement**, plus général, est également utilisé mais surtout dans le domaine du bâtiment. **Le support en béton pouvant être neuf ou ancien, revêtu ou non.**

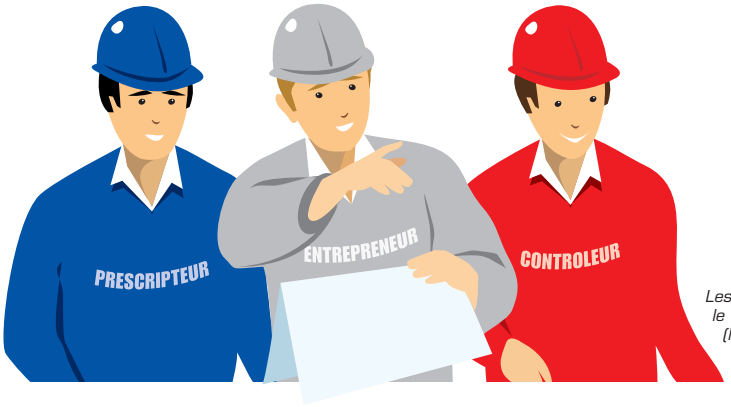
Le présent document concerne aussi les deux autres acteurs de l'opération que sont **le prescripteur et le contrôleur** (maître d'œuvre ou son représentant).

Les produits et systèmes de protection de surface pour béton visés par le présent guide ont **pour fonction principale** la protection du subjectile (le béton) contre des agents agressifs tels que l'eau, le dioxyde de carbone, les chlorures… Ils doivent également satisfaire à **d'autres fonctions** telles que la décoration, la bonne tenue au vieillissement… **Ils n'ont pas pour fonction principale l'étanchéité**.

La réparation des étanchéités est traitée dans le GUIDE N°1 [FAÉQ] et ce dans les domaines particuliers suivants :

- les cuvelages ;
- les ponts-routes ;
- les ouvrages souterrains…
- les réservoirs ;
- les toitures-terrasses et inclinées…

La mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection d'une protection **sur un support fissuré** est traitée dans le présent document qui fait référence en tant que de besoin au **GUIDE N°2 [FABEM]** relatif au traitement des fissures par calfeutrement, pontage… et au **GUIDE N°3 [FABEM]** relatif au traitement des fissures par injection.



Les trois intervenants, le maître-d'œuvre (le prescripteur), l'entrepreneur et le contrôleur.

SOMMAIRE

1 DÉFINITIONS – GÉNÉRALITÉS **9**
1.1 LA SITUATION DES DIFFÉRENTS DOCUMENTS TECHNIQUES ET ADMINISTRATIFS DISPONIBLES DANS LA PREMIÈRE DÉCENNIE DU XXIE SIÈCLE 10
1.2 MODE D'EMPLOI DU PRÉSENT GUIDE 13
1.3 LES DÉFINITIONS 15
1.3.1 Les principales définitions des textes de base du présent guide 15
1.3.1.1 Les principales définitions de la norme homologuée NF P 95-103 15
1.3.1.2 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1062-1 17
1.3.1.3 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1504-1 17
1.3.1.4 Les principales définitions de la norme harmonisée NF EN 1504-2 18
1.3.1.5 Observations 18
1.3.2 Les épaisseurs sèches totales des principales familles de produits et systèmes 19

2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE **21**

Sommaire

3 PRÉPARATION GÉNÉRALE DE L'OPÉRATION 25
3.1 GÉNÉRALITÉS 26
3.2 CHOIX DES PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION 27
3.2.1 Généralités 27
3.2.2 Critères de choix communs à tous les produits et systèmes de protection 27
3.2.2.1 Critères de choix liés aux spécificités du travail à exécuter 27
3.2.2.2 Critères de choix liés à la santé, la sécurité, la protection de l'environnement 46
3.2.3 Critères de choix spécifiques aux produits et systèmes de protection 47
3.2.3.1 Généralités 47
3.2.3.2 Composition et classification des familles de produits et systèmes de protection du béton 53
3.2.3.3 Critères de choix des produits et systèmes de protection 62
3.2.4 Épreuve d'étude 72
3.3 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS 74
3.3.1 Les différents produits 74
3.3.2 Conditionnement des produits prêts à l'emploi 75
3.3.2.1 Généralités 75
3.3.2.2 Marquage – Étiquetage 75
3.3.3 Conditionnement des produits fabriqués sur le chantier 77
3.4 TRANSPORT ET STOCKAGE DES PRODUITS 78
3.5 MATÉRIELS À UTILISER 79
3.5.1 Généralités 79
3.5.2 Pour la préparation du support 79
3.5.3 Matériels de préparation des produits 79
3.5.3.1 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques (impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements plastiques [RPE et RPSE], revêtements bitumineux…) 79
3.5.3.2 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi multicomposants à base de liants organiques (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, systèmes d'étanchéité liquide [SEL]…) ou de liants hydrauliques et organiques (revêtements à base de liants hydrauliques modifiés [LHM], mortiers à base de ciment et résines réactives [EP-C]…) 80
3.5.3.3 Cas de la préparation des produits à base de liants hydrauliques (enduits traditionnels, enduits monocouche…) 81
3.5.4 Matériels de mise en œuvre des produits 81
3.5.4.1 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non (mortiers de ragréage, enduits, impressions, imprégnations hydrophobes ou non, inhibiteurs de corrosion, peintures, revêtements plastiques [RPE et RPSE], revêtements bitumineux…) 81
3.5.4.2 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi à base de liants organiques ou hydrauliques multicomposants (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, revêtements antigraffiti, systèmes d'étanchéité liquide [SEL], revêtements à base de liants hydrauliques modifiés [LHM], mortiers à base de liants organiques…) 84
3.5.4.3 Matériels de mise en œuvre des mortiers prêts ou non à l'emploi à base de liants hydrauliques pour enduits monocouche ou multicouches 84

4 MODES OPÉRATOIRES **87**
4.1 GÉNÉRALITÉS **88**
4.2 PRÉPARATION DU SUPPORT **89**
4.2.1 Généralités – Le relevé des défauts du support 89
4.2.2 Qualité du support à obtenir après préparation – Travaux de préparation du support 90
4.2.2.1 Généralités 90
4.2.2.2 Cas du domaine du bâtiment 92
4.2.2.3 Cas du domaine du génie civil 102
4.3 PRÉPARATION ET RÉALISATION DE L'OPÉRATION **107**
4.3.1 Généralités 107
4.3.2 Préparation des produits 108
4.3.2.1 Généralités 108
4.3.2.2 Cas des produits prêts à l'emploi 108
4.3.2.3 Cas des armatures en textile 109
4.3.2.4 Cas des produits fabriqués sur le chantier 109
4.3.3 Réalisation d'une protection de surface du béton 109
4.3.3.1 Généralités 109
4.3.3.2 Mise en œuvre d'une protection de surface du béton 109
4.3.3.3 Traitement des points particuliers 116

5 ESSAIS ET CONTRÔLES **117**
5.1 GÉNÉRALITÉS **118**
5.2 CONTRÔLES DE RÉCEPTION DES PRODUITS **120**
5.2.1 Généralités 120
5.2.2 Cas des produits prêts à l'emploi 120
5.2.2.1 Cadre de la normalisation française 120
5.2.2.2 Cadre de la normalisation européenne 122
5.2.3 Cas des produits fabriqués sur le chantier 122
5.3 ÉPREUVE DE CONVENANCE **123**
5.3.1 Généralités 123
5.3.1.1 Cadre de la normalisation française 123
5.3.1.2 Cadre de la normalisation européenne 124
5.3.2 Épreuve de convenance de préparation du support 124
5.3.2.1 Cadre de la normalisation française 124
5.3.3 Épreuve de convenance d'une opération de mise en œuvre d'une protection de surface du béton 125
5.4 CONTRÔLES D'EXÉCUTION **126**
5.4.1 Généralités 126
5.4.2 Contrôles d'exécution lors de la préparation du support 126
5.4.2.1 Domaine du bâtiment 126
5.4.2.2 Domaine du génie civil 127
5.4.3 Contrôles d'exécution de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface de sa préparation à son achèvement 129
5.4.3.1 Contrôles d'exécution lors de la préparation de l'opération 129
5.4.3.2 Contrôles d'exécution lors de la préparation des produits 130

5.4.3.3 Levée du point d'arrêt avant la réalisation de l'opération 132
5.4.3.4 Contrôles d'exécution lors de la réalisation de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface 132
5.4.3.5 Contrôles d'exécution après l'achèvement de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface 135
5.5 RÉCEPTION DES TRAVAUX 142

6 HYGIÈNE ET SÉCURITÉ 143
6.1 RAPPEL DES OBLIGATIONS 144
6.2 CAS D'UN CHANTIER DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION DE SURFACE POUR BÉTON 145

7 GESTION DES DÉCHETS DU CHANTIER 147
7.1 RAPPEL DES OBLIGATIONS 148
7.2 CAS D'UN CHANTIER DE MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME DE PROTECTION DE SURFACE POUR BÉTON 150

8 FICHE SYNTHÉTIQUE DU PAQ 151

INDEX 154

TABLE DES ILLUSTRATIONS 159

ANNEXE 161
1 TABLEAU DES PRINCIPAUX TEXTES DE RÉFÉRENCE 162
2 LES NORMES 164
2.1 GÉNÉRALITÉS 164
2.2 NORMES FRANÇAISES 166
2.2.1 Normes de la série P 95-10* 167
2.2.2 Normes de la série P18-8** relatives aux produits de réparation pour béton 167
2.2.3 Normes françaises relatives aux travaux de bâtiment (DTU) 169
2.2.4 Fascicules de documentation, guides d'emploi et normes françaises relatifs à la protection des bétons 171
2.2.5 Normes françaises d'essais et fascicules de documentation 171
2.2.6 Normes rendues obsolètes par les nouvelles normes européennes 174
2.2.7 Marque NF – produits spéciaux destinées aux constructions en béton hydraulique (pour mémoire) 174
2.2.8 Certification ACQPA des systèmes de peintures pour béton (pour mémoire) 175
2.3 NORMES INTERNATIONALES ISO. 175

3 FASCICULES DU CCTG 176
4 GUIDES ET DOCUMENTS TECHNIQUES 177
5 DOCUMENTS DIVERS 178

AVERTISSEMENT

Le présent document a été rédigé dans l'optique d'une opération de **mise en œuvre d'une protection de surface pour béton** lourde et complexe. Il peut être adapté à l'importance du chantier mais sans oublier les conséquences qui résulteraient d'une mauvaise exécution de la protection. Il est indispensable que soient respectées les exigences des normes et autres documents visés en référence et en annexe au présent **guide** (sous réserve qu'ils soient applicables à l'opération) ainsi que la démarche qualité développée dans le présent texte.

INTRODUCTION

La mise en œuvre d'une protection de surface pour béton concerne aussi bien les supports (ou subjectiles) non fissurés que fissurés.

Un produit ou un système de protection présente bien d'autres fonctions que celle de boucher des fissures. Il n'était donc pas possible de traiter dans le détail **de la protection des bétons** dans le **GUIDE N°2 [FABEM] et le GUIDE N°3 [FABEM]** relatifs au traitement des fissures qui sont déjà relativement volumineux. C'est la raison pour laquelle, le présent **GUIDE N°4 [FABEM]** a été rédigé. Cependant, certaines interférences demeurent entre le **GUIDE N°4** et les **GUIDES N°2** et **N°3**, par exemple, dans le cas d'un support fissuré.

Remarque : certains des textes (normes, DTU et guides) servant de référence utilisent préférentiellement le terme « **subjectile** » à la place du terme « **support** ». Dans la suite du présent guide, les deux termes sont utilisés.

Certaines techniques de réfection des revêtements de protection des bétons concernent **la fonction étanchéité**. Ces réfections s'appliquent, par exemple, aux ponts-routes, aux cuvelages, aux réservoirs… Elles sont traitées dans le **GUIDE N°1 [FAÉQ]** qui concerne la réparation des étanchéités.

1 Définitions – Généralités

1.1 Situation des différents documents
1.2 Mode d'emploi du présent guide
1.3 Les définitions

La situation des différents documents techniques et administratifs disponibles dans la première décennie du XXIe siècle

La normalisation française

> Dans le domaine du bâtiment

Les fonctions auxquelles doivent satisfaire **les produits et systèmes de protection** ont été identifiées dans les normes des produits élaborées dans les années 90. Elles concernent essentiellement la protection contre l'eau et la décoration. Ces fonctions sont également visées par les normes de mise en œuvre que sont les Documents Techniques Unifiés (les DTU) et certains Avis Techniques. La plupart de ces textes s'appliquent aussi bien **aux travaux neufs qu'à ceux de rénovation**. Cependant, **cette classification française** des produits et systèmes de protection a été, en partie, remise en cause par la parution **de nouvelles normes européennes**.

> Dans le domaine du génie civil

La normalisation des produits et systèmes de protection était jusqu'à ces dernières années beaucoup moins avancée que celle concernant les produits de réparation (produits d'injection, de ragréage, de calage et de scellement). Par exemple, la plupart des produits et systèmes de protection visés par **la norme en vigueur** qui traite des produits et de leur mise en œuvre (la norme homologuée **NF P 95-103** : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton), sont essentiellement des produits utilisés dans le domaine du bâtiment.

Cependant, les travaux effectués, sous la direction du LCPC, par un groupe de travail ont permis de mettre au point, ces dernières années, **une procédure de qualification des produits et systèmes de protection** dans le cadre du **guide technique de 2002 du LCPC** intitulé : Protection des bétons par application de produits à la surface du parement. Plus récemment, cette procédure a dû être adaptée aux nouvelles normes européennes par l'intermédiaire du **guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902** de mai 2004 (Recommandations pour la sélection des produits et systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil).

La normalisation européenne

Au début des années 2000, le rythme de parution des normes européennes s'est accru et leur substitution aux normes nationales :

- soit a eu lieu. C'est le cas pour les normes homologuées de la série NF EN 1062-*et en particulier la norme NF EN 1062-1 de 1996 relative aux produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs ;
- soit est en cours. C'est le cas pour les normes « homologuées » de la série NF EN 1504-** dont certaines sont « harmonisées »[1]. Cette série de normes est relative aux produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton.

[1] ***Attention,*** *toutes les normes de cette série apparaissent comme « **normes françaises homologuées** ». Il faut lire **le paragraphe « analyse »** pour voir celles qui ont été établies sous **le mandat européen M/128** et qui peuvent donc être qualifiées **d'harmonisées**.*

La situation des différents documents techniques et administratifs disponibles dans la première décennie du XXIe siècle

Remarques importantes

- Conformément à la Directive UE « Produits de Construction », une norme harmonisée, dans son annexe ZA informative, définit les conditions du marquage CE ;
- Attention, l'annexe ZA de la norme harmonisée NF EN 1504-2 ne fixe pas le niveau de performance ou la classe des produits ou systèmes quand plusieurs niveaux sont proposés dans la partie normative du texte. Il appartient donc au marché, soit de fixer le niveau requis, soit de s'appuyer sur les résultats d'une épreuve d'étude ou de convenance ;
- Attention, l'annexe ZA autorise :
  - pour les performances des produits, deux systèmes d'attestation de conformité de niveaux très différents :
    - pour les produits à faibles performances (les imprégnations) : le système 4 (déclaration du fabricant),
    - pour les autres produits (les revêtements) : le système 2+ (vérification initiale et surveillance du système de contrôle de production) ;
  - pour les produits soumis aux réglementations relatives à la réaction au feu, trois systèmes d'attestation de conformité (1, 3 et 4) ;
  - il est donc important que le marché fixe les niveaux d'attestation de conformité des produits de protection en fonction des usages prévus.

Ces normes européennes font appel à de nouvelles classifications des produits et systèmes. Cette exigence de nouvelles fonctions a été rendue possible par les progrès importants réalisés ces trente dernières années dans la connaissance des causes et des mécanismes conduisant à la dégradation des structures en béton armé ou non (dégradation du matériau béton et corrosion des armatures).

Pour pouvoir passer des classifications nationales aux classifications européennes et surtout pour pouvoir utiliser ces nouvelles normes européennes, des textes passerelles ont été élaborés. Ces textes ont été rendus également nécessaires pour les deux raisons supplémentaires suivantes :

- toutes les normes européennes ne sont pas encore parues et tous les textes de référence français n'ont pas encore été mis à jour ;
- les normes européennes introduisent pour certaines fonctions des exigences de performances comportant plusieurs niveaux, mais, malheureusement, sans donner les critères de choix des niveaux.

> Les deux textes passerelles sur les produits et systèmes sont les suivants :

- la norme expérimentale XP T 34-722 de septembre 2004 (Peintures et vernis – produits et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs), qui assure la liaison avec la norme homologuée NF EN 1062-1 d'octobre 2004 ;
- le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 de mai 2004 déjà cité, qui assure la liaison entre la norme harmonisée NF EN 1504-2 d'avril 2005 (systèmes de protection de surface pour béton) et les différents guides techniques du LCPC visés ci-devant.

Les deux normes européennes susvisées peuvent s'appliquer aux deux domaines : le bâtiment et le génie civil. La norme homologuée NF EN 1062-1 vise plutôt le domaine du bâtiment car elle présente des fonctions moins nombreuses que la norme harmonisée NF EN 1504-2. En effet, elle ne vise pas les protections contre les chlorures, les effets du gel… Au contraire, la norme harmonisée NF EN 1504-2 s'applique au domaine du bâtiment comme à celui du génie civil.

Nota : *le futur DTU 42.1 tient compte des nouvelles normes européennes susvisées. La norme NF P 95-103 devra donc faire l'objet d'une révision.*

Nota : pour faciliter l'utilisation du présent guide, les clauses concernant **le domaine du bâtiment** et celles concernant **le domaine du génie civil ont été séparées** quand cela s'est avéré nécessaire (par exemple, en cas de divergences entre les textes de référence).

Il appartient **au marché** de fixer **toutes les fonctions** que le traitement doit apporter. Par exemple, dans **un marché** de réparation d'un bâtiment, en plus **des fonctions traditionnelles**, il est envisageable d'exiger que les produits et systèmes de protection apportent également certaines « **fonctions particulières** » en vue d'une meilleure durabilité. Par exemple, **une résistance à certains agents chimiques.**

Bien entendu, **l'état du support (ou subjectile)** doit être compatible avec les fonctions exigées. **Le marché** indique si un traitement préalable du support est nécessaire.

L'attention est attirée sur le fait que toutes les normes nationales en contradiction avec **la norme harmonisée** NF EN 1504-2 (systèmes de protection de surface pour le béton) devront être retirées au plus tard **en décembre 2008**. Ce devrait être partiellement le cas pour les parties caractéristiques des produits et contrôles de **la norme homologuée** NF P 95-103 (traitement des fissures et protection du béton) qui, pour le moment, reste en vigueur dans sa globalité.

Le présent document fait cependant référence à la fois à la norme homologuée et à la norme harmonisée, car cette dernière traite dans le détail **des fonctions particulières** qui ne sont qu'évoquées dans la norme française homologuée.

La protection des bétons développée dans ce guide concerne :

> Les ouvrages neufs mais dans des cas limités :

- par exemple, **en bâtiment,** pour la mise en œuvre d'un revêtement plus performant que les revêtements traditionnels,
- par exemple, **en génie civil,** pour la mise en œuvre d'un revêtement de protection **sur les corniches** d'un pont **très exposées aux agressions du fait de la situation de cet ouvrage** dans une région aux conditions climatiques rudes avec gel et fondants routiers.

A propos des ouvrages neufs de génie civil, il faut se poser la question suivante : faut-il systématiser les produits et systèmes de protection pour ces ouvrages ?

La réponse est non. En effet, il faut être conscient que les traitements de protection ont **une durée de vie réduite** par rapport à celle de la structure et qu'ils **doivent être renouvelés**. En conséquence, seuls les traitements de protection indispensables comme les revêtements des tunnels, les revêtements de protection des corniches, les chapes d'étanchéité sur les ponts-routes, les chapes de protection des fondations contre les remontées de sels dans les sols de certains pays, etc. doivent être réalisés sur les ouvrages neufs.

1.2 Mode d'emploi du présent guide

Il est bien préférable d'adapter **la construction aux objectifs de durabilité du maître d'ouvrage, par exemple sur les points suivants :**

- sa conception ;
- le choix de ses matériaux ;
- la composition de son béton, qui doit être résistant à l'agressivité de l'environnement de l'ouvrage et adapté à la durée de vie souhaitée pour la structure ;
- la mise en œuvre de son béton et de ses armatures dont les enrobages doivent être respectés ;
- etc.

Se reporter au guide de juillet 2004 de l'AFGC (conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages) et aux documents de la collection CIMbéton T.48 (la durabilité du béton) de novembre 2004 et T.81 (béton armé d'inox - le choix de la durée) d'avril 2004.

> les ouvrages neufs présentant des défauts d'exécution localisés :

- par exemple, le non-respect de l'enrobage des armatures ou des traces profondes de ressuage et/ou un bullage excessif. De tels défauts, qui ont des incidences sur la durabilité et l'aspect, peuvent être corrigés par un traitement approprié, tel que la mise en place d'une protection de surface.

> les ouvrages existants :

- par exemple, après la réparation d'une construction qui a nécessité la réalisation de nombreux ragréages localisés, la mise en œuvre d'un revêtement permet d'obtenir un aspect satisfaisant des parements, donne à l'ensemble de la surface une protection homogène et évite la pénétration des agents agressifs dans les parties non ragréées et à l'interface entre le béton support et le ragréage, zone où le retrait différentiel engendre souvent une fissuration ;
- par exemple, pour un ouvrage dans lequel **la pénétration des agents agressifs est contrôlée périodiquement,** la mise en œuvre, dans le cadre d'un **entretien préventif,** d'un revêtement, avant que les agents agressifs n'atteignent les armatures, évite de coûteuses réparations ultérieures (se reporter **au GUIDE N°1 [FABEM] : Reprise des bétons dégradés et au GUIDE N°5 [FABEM] : Béton projeté** de la présente collection).

Cet article, d'une part, regroupe les principales définitions des textes de base listés dans le présent guide et, d'autre part, indique l'épaisseur sèche totale après application des principales familles de produits et systèmes visés par le présent guide.

1.3.1 LES PRINCIPALES DEFINITIONS DES TEXTES DE BASE DU PRESENT GUIDE

Les définitions ci-après se trouvent dans les textes listés ci-après :

- la norme homologuée NF P 95-103 ;
- la norme homologuée NF EN 1062-1 ;
- la norme homologuée NF EN 1504-1 ;
- la norme harmonisée NF EN 1504-2.

1.3.1.1 Les principales définitions de la norme homologuée NF P 95-103

- **esthétique** : traitement dont le but et la vocation principale sont l'aspect et la protection contre l'agression des agents naturels du support sur lequel il est appliqué ;
- **complément d'imperméabilisation** : traitement apte à limiter, dans certaines conditions qui lui sont propres, la pénétration des eaux de pluie (éventuellement d'autres liquides) dans les supports sur lequel il est appliqué ;
- **imperméabilisation** : traitement qui permet de réduire le cheminement de l'eau dans un support non fissuré ou présentant des fissures actives ou non au moment de son application ;
- **étanchéité** : traitement empêchant la pénétration de l'eau dans un support fissuré ou susceptible de l'être après son application ;
- **protections particulières** : traitements qui protègent le support contre des agressions liées à son utilisation, son environnement, aux conditions climatiques, aux animaux, aux algues et lichens, à certaines bactéries… (une partie de ces protections particulières est développée dans la norme européenne). Ces agressions peuvent déclencher une ou plusieurs des réactions suivantes :
  - chimiques,
  - physiques,
  - physico-chimiques
  - etc.

> Exemples de réactions chimiques :

- la carbonatation de la chaux libre (la portlandite) du béton d'enrobage des armatures sous les effets du gaz carbonique de l'air réduit le pH du béton. Cette réaction, dès que le pH descend en dessous de 9, supprime la passivation des armatures et entraîne, en présence d'humidité et d'oxygène, leur corrosion ;
- la pénétration des chlorures (eau de mer et fondants routiers) en quantité suffisante dans le béton (pourcentage de chlorures atteignant ou dépassant environ 0,4 % du poids du ciment) réduit également brutalement le pH du béton, ce qui entraîne la corrosion des armatures…

Photo n° 1 : désordres dus à la corrosion des armatures (photo Poineau)

> Exemples de réactions physiques :

- l'eau en mouvement (cours d'eau à caractère torrentiel) provoque une érosion progressive du béton avec lequel elle rentre en contact ;
- le gel-dégel peut entraîner la dégradation d'un béton dans sa masse (gel interne) et/ou de la peau du béton (écaillage) ;

- une forte température (incendie) développe une pression de vapeur dans les capillaires du béton, ce qui entraîne un phénomène d'écaillage d'autant plus marqué que sa compacité est élevée. Les bétons de type haute performance (BHP) sont plus sensibles à ce phénomène que les bétons courants…

Photo n° 2 : désordres dus au gel interne du béton (photo Poineau)

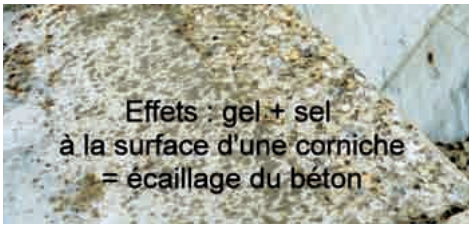


Photo n° 3 : désordres dus au gel de surface ou écaillage (photo Poineau)

> Exemple de réactions physico-chimiques :

- la réaction électrochimique de corrosion des armatures provoque la formation de rouille fortement expansive autour des barres attaquées, ce qui entraîne par réaction physique la fissuration puis la fracturation du béton d'enrobage, la chute de morceaux de béton et, enfin, la destruction totale des armatures (dans un milieu saturé en chlorures, il peut y avoir formation de « rouille verte » avec dissolution des armatures sans expansion. Dans un tel cas, la corrosion ne prévient pas !) ;
- une forte température (incendie) provoque aussi une décomposition des constituants du béton ;
- la présence de sulfates (eaux séléniteuses, eaux résiduaires, eaux de mer…) au contact de la pâte de ciment d'un béton dont le ciment n'est pas destiné, soit aux travaux en eaux à haute teneur en sulfates (ciment ES), soit aux travaux à la mer (ciment PM) peut entraîner la formation d'ettringite gonflante (sels de Candlot) qui, par son expansion, provoque la destruction progressive de la pièce de béton de l'extérieur vers l'intérieur ;

- la réaction chimique qui se produit entre des granulats potentiellement réactifs et les alcalins du ciment, appelée alcali-réaction (AR), peut provoquer la formation de gels expansifs qui entraînent, par effet physique de gonflement interne, la fissuration puis la fracturation du béton et, enfin, sa destruction ;
- la formation d'ettringite différée, c'est-à-dire après le durcissement du béton, peut se produire dans certaines conditions[2]. Elle est appelée réaction sulfatique interne (RSI). Ce phénomène entraîne, par effet physique de gonflement interne, la fissuration puis la fracturation du béton et, enfin, sa destruction.

Photo n° 4 : désordres dus à une alcali-réaction (crédit photo Parexlanco et Poineau)

Remarque importante : dans le cas **d'une attaque interne du béton** telle que l'alcali-réaction (AR) ou la réaction sulfatique interne (RSI), **un traitement par la mise en place d'un revêtement** de protection peut ralentir le développement de l'attaque. Il ne peut être cependant considéré comme une technique curative définitive (se reporter au manuel d'identification des réactions de dégradation interne du béton dans les ouvrages d'art [manuel méthodologique de 1999 du LCPC] et au guide d'aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne [guide méthodologique de 2003 du LCPC]).

1.3.1.2 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1062-1

- **produit de peinture** : produit liquide ou en pâte ou en poudre qui, appliqué sur un subjectile, forme un feuil doué de qualités protectrices, décoratives et/ou spécifiques ;
- **système de revêtement** : ensemble des couches de produits de peinture qui sont appliquées sur le subjectile.
- **décoration** : traitement dont l'objet principal est de modifier ou restaurer l'aspect du subjectile ;
- **préservation** : traitement dont l'objet principal est de maintenir un subjectile dans un état aussi proche que possible de son état et de son aspect de brillant, couleur et texture d'origine ;
- **protection** : traitement dont l'objet principal est de protéger le subjectile contre une ou plusieurs des actions suivantes : eau, intempéries, agents chimiques, biologiques, mécaniques ou autres.

1.3.1.3 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1504-1

- **produit** : constituant formulé pour la réparation ou la protection des structures en béton ;

[2] *Ce phénomène peut se développer si le béton a subit une forte élévation de température lors de son durcissement (étuvage non maîtrisé ou béton coulé en grande masse). Se reporter au document T.48 (la durabilité du béton) de la collection CIMbéton de novembre 2004 et aux recommandations provisoires du LCPC de 2003. Ce phénomène peut également se produire si les granulats contiennent des sulfates.*

- **système** : ensemble de deux ou plusieurs produits utilisés conjointement ou consécutivement, pour effectuer des réparations ou pour protéger les structures en béton ;
- **produits et systèmes de protection de surface** : produits et systèmes qui, lorsqu'ils sont appliqués, améliorent la durabilité du béton et renforcent les structures en béton.

1.3.1.4 Les principales définitions de la norme harmonisée NF EN 1504-2

- **imprégnation hydrophobe** : traitement du béton destiné à produire une surface hydrofuge. La surface intérieure des pores est revêtue mais les pores ne sont pas remplis. Aucun film ne se forme à la surface du béton et l'aspect de ce dernier n'est que peu ou pas modifié (les composants actifs sont par exemple des silanes ou des siloxanes) ;
- **imprégnation** : traitement du béton destiné à réduire la porosité de surface et à renforcer la surface, les pores et les capillaires étant partiellement ou complètement remplis. Le traitement forme généralement un film discontinu à la surface du béton (les liants sont, par exemple, des polymères organiques) ;
- **revêtement** : traitement destiné à produire une couche protectrice continue à la surface du béton (les liants sont, par exemple, des polymères organiques[3] ou des polymères organiques avec une charge de ciment ou un liant hydraulique modifié par une dispersion de polymère). L'épaisseur du feuil est généralement comprise entre 0,1 mm et 5 mm.

1.3.1.5 Observations

Depuis la sortie de la norme NF P 95-103, de nombreux progrès ont été réalisés dans la connaissance :

- **des mécanismes de pénétration des agents agressifs dans les bétons et de développement des différents désordres** qui peuvent affecter le matériau béton ainsi que les armatures de béton armé et de précontrainte ;
- **des solutions à apporter,** d'une part pour les ouvrages à construire, dans le choix des matériaux (par exemple, pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction) et, d'autre part **pour les ouvrages neufs et surtout existants**, dans le choix **des techniques** d'amélioration de la durabilité (par exemple, pour retarder l'apparition de la corrosion des armatures d'une construction en béton armé).

La mise en œuvre de certains traitements de protection fait partie des techniques d'amélioration de la durabilité aussi bien à titre préventif que curatif.

L'article 4 ci-après, intitulé modes opératoires, décrit avec schémas à l'appui la réalisation des différentes solutions de protection.

[3] *Les polymères organiques sont aussi appelés liants de synthèse.*

1.3.2 LES EPAISSEURS SECHES TOTALES DES PRINCIPALES FAMILLES DE PRODUITS ET SYSTEMES

La liste qui suit donne les épaisseurs sèches habituelles des principales familles de produits et systèmes visées dans le présent guide :

- les inhibiteurs de corrosion sont destinés à pénétrer jusqu'aux armatures pour les protéger contre la corrosion. Ils ont une épaisseur quasi nulle à la surface du béton ;
- les imprégnations hydrofuges ou non sont destinées à pénétrer de quelques millimètres à l'intérieur du béton. Elles forment un film de très faible épaisseur à la surface du béton ;
- les lasures (rattachées aux imprégnations) forment un film mince à la surface du béton de l'ordre de 50 µm (0,05 mm) ;
- les peintures forment un film continu à la surface d'un béton dont l'épaisseur varie de 50µm (0,05 mm) à 300µm (0,3 mm) ;
- les revêtements forment également un film continu à la surface d'un béton dont l'épaisseur varie de 300µm (0,3 mm) à 3 mm et même jusqu'à 6 mm ;
- les enduits traditionnels à base de liants hydrauliques atteignent une épaisseur de l'ordre de 15 à 20 mm et les enduits de finitions une épaisseur de 5 à 8 mm.

2 Documents de référence

L'évolution continuelle des documents de référence et en particulier des normes rendent très rapidement caduc tout document imprimé. La liste des documents de référence visés dans le présent guide a donc été reportée dans une annexe avec les dates de valeur de ces documents. Il est à noter que les références normatives d'un certain nombre de textes, y compris certaines normes, ne sont pas à jour, comme le montre l'exemple ci-après.

Exemple : l'extrait ci-après issu de l'introduction du DTU 42.1 (norme homologuée NF P 84-404-1 de septembre 1993 : Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères) montre que ce texte vise trois normes expérimentales de la série P 84-40* qui ont été rendues caduques depuis octobre 2004 par la norme homologuée NF EN 1062-1 :

> « La présente norme a pour objet de définir les travaux de réfection de façades en service utilisant des revêtements continus et d'imperméabilité à base de polymères définis à l'article 5 ci-après et répondant aux définitions et vocabulaire de la norme expérimentale XP P 84-401.
>
> Ces revêtements essayés conformément à la norme expérimentale XP P 84-402, sont classés, pour leur fonction d'imperméabilité à l'eau de pluie, selon la norme expérimentale XP P 84-403. »

Figure n° 2 : extrait de la norme homologuée NF P 84-404-1 de septembre 1993

Remarque : *le futur DTU 42.1 prend en compte les normes européennes et, en particulier, les normes NF EN 1062-1, NF EN 1504-2 et NF EN 1504-3 et ne vise plus les normes expérimentales caduques.*

Il est fait référence dans les différents chapitres du présent guide à un certain nombre de textes actuellement en vigueur (normes, DTU et fascicules du CCTG…). À cause de nouvelles normes européennes, **certains de ces textes vont devoir être modifiés ou retirés ces prochaines années**. Le présent guide prend cependant en compte, si nécessaire, certaines des modifications ainsi apportées. De plus, dans la mesure du possible, ce guide pointe les textes dont les références normatives ne sont pas à jour.

Les conditions de contrôle de la qualité des travaux devraient également subir quelques changements.

Les mises à jour de la liste des documents de référence peuvent être trouvées sur les sites comme ceux de la Fédération des Travaux Publics (FNTP), de l'Association Française de Normalisation (l'AFNOR), de Légifrance, du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA ou Sétra), du Syndicat National des Joints et Façades (SNJF), de l'Association Française de Génie Civil (AFGC), de l'Office Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBTP), du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), du Centre Français de l'Anticorrosion (CEFRACOR), de l'Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion (ACQPA), etc. Les coordonnées de ces sites sont disponibles dans une annexe au **GUIDE GÉNÉRAL**.

Rappel important

en général, les normes et les guides ne fixent ni le rôle de chacun des intervenants, ni les conditions de choix des produits et de leur mise en œuvre, ni la consistance exacte des épreuves d'étude, de convenance ou de contrôle (par exemple, types et nombre d'essais). Ils ne traitent pas non plus de ce qui relève des contrôles internes ou externes ou extérieurs à l'entreprise, etc. **Il appartient donc au marché de fixer les exigences correspondantes.**

Il est rappelé que, **dans un marché**, la contractualisation d'un texte tel qu'un guide, un fascicule de CCTG, un DTU, une norme… doit le plus souvent être complétée par **des exigences additionnelles** adaptées aux dispositions du texte et aux conditions de réalisation des travaux de réparation ou de renforcement à effectuer. Par exemple :

- dans un guide, seules certaines parties relèvent de la contractualisation ;
- dans un DTU, la liste des travaux relatifs au corps d'état concerné par celui-ci est fixée. Le DTU attribue à d'autres corps d'état certains des travaux préparatoires. Enfin, il renvoie **aux documents particuliers du marché** (DPM) pour fixer certains des travaux du corps d'état qui n'ont pas été retenus dans la liste susvisée (ce point est explicité dans la remarque ci-après, compte tenu de son incidence sur la rédaction des pièces **de marché**) ;
- **plusieurs niveaux de performances** pouvant être proposés dans une norme, un choix est à faire ;
- les conditions climatiques (température et hygrométrie) retenues dans une norme pour les essais des produits peuvent ne pas correspondre à celles du site de l'ouvrage…

L'extrait ci-après de la norme homologuée NF EN 1062-1 montre la nécessité de fixer pour un système de revêtement à la fois le niveau de performance (l'ouverture des fissures du support existantes ou attendues) et une ou plusieurs températures d'essai en fonction des conditions climatiques du lieu où est située la construction à protéger.

Choix des classes de résistance à la fissuration

Tableau 6 — Classes de résistance à la fissuration (*A*)

Classe	Exigence	
	µm	à la vitesse mm/min
A_0	Aucune exigence	
A_1	> 100	
A_2	> 250	0,05
A_3	> 500	0,05
A_4	> 1 250	0,5
A_5	> 2 500	0,5

Choix des températures des essais

La température d'essai pour la classe A_1 est de 23 °C. Une température de – 10 °C est recommandée comme température d'essai pour les classes A_2 à A_5. D'autres températures d'essai peuvent être convenues entre les parties intéressées, par exemple 10 °C, 0 °C, – 10 °C, – 20°C, – 30 °C et – 40 °C. Dans ce cas, la température d'essai doit être indiquée entre parenthèse après la classe, par exemple A_4 (– 20 °C).

(Extrait de la norme NF EN 1062-1)

Figure n° 3 : extrait de la norme homologuée NF EN 1062-1 d'octobre 2004

Remarque importante :

Un marché de bâtiment *est décomposé le plus souvent en plusieurs marchés attribués à différents corps d'état.* ***Un marché de génie civil*** *fait appel le plus souvent à une entreprise générale ou à un groupement d'entreprises. Les textes officiels concernant ces deux domaines ont été rédigés en conséquence. Il faut en tenir compte lors de la rédaction* ***d'un marché*** *de réparation. Dans la mesure du possible* ***le présent guide*** *attire l'attention sur les particularités des deux domaines.*

> Les deux paragraphes qui suivent illustrent cette remarque :

- **Dans le domaine du bâtiment**, les différents DTU (59.1, 59.2 et 59.3) et les normes (par exemple, la norme homologuée NF P 84-404 complétée par le FD P 84-405) relatifs à la réalisation de travaux soit de peinture, soit de systèmes de revêtements… permettent de définir avec une bonne précision :
  - si les travaux peuvent concerner les supports neufs ou existants ;
  - le domaine d'application (par exemple, les parois et murs en béton banché) ;
  - les fonctions recherchées (décoration, complément d'imperméabilisation…) ;
  - les différents types de matériaux à utiliser (impression pénétrante, impression opacifiante, sous-couche, couche de finition…ainsi que les quantités minimales à mettre en place) ;
  - les caractéristiques des supports sur lesquels l'application des produits est, soit autorisée, soit interdite et **les conditions de reconnaissance du support**, cependant limitées le plus souvent **à un examen visuel** ;
  - les travaux préparatoires, ceux d'apprêt et d'application à exécuter par le corps de métier concerné, si les supports satisfont aux dispositions des DTU les concernant (par exemple, le DTU 23.1 relatif aux murs en béton banché) ;
  - les travaux préparatoires complémentaires relevant du corps d'état concerné par le DTU, tel le peintre (rebouchage du bullage du béton) ou d'un autre corps d'état, tel le maçon (reprise d'épaufrures, ragréages importants…) et dont **l'exigence relève des DPM** ;
  - les conditions de réception d'une surface de référence utilisée ensuite pour la réception des travaux (aspect de la surface, adhérence du produit sur son support, épaisseur de produit…). Là encore, **les opérations de réception sont le plus souvent visuelles**.
- **Dans le domaine du génie civil,** le fascicule 65 A du CCTG et son additif visent surtout les ouvrages neufs en béton même si, parfois, ils traitent de la reprise des défauts d'exécution. Il est à noter que, dans ces textes, les prescriptions concernant les différents points visés dans le paragraphe ci-dessus sont nettement moins développées que dans les DTU, même si certaines exigences sont plus sévères que celles des DTU. Elles doivent donc être complétées dans **les pièces du marché**, en s'appuyant, par exemple, sur les guides du LCPC déjà cités.

Il est donc conseillé au rédacteur d'un marché de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection sur une structure existante, soit de bâtiment, soit de génie civil de se familiariser avec les textes concernant les deux domaines à la fois pour un enrichissement personnel et une meilleure efficacité. **Les principaux textes figurent dans le premier tableau de l'annexe du présent guide relative aux documents de référence.**

3

Préparation générale de l'opération

3.1 Généralités
3.2 Choix des produits et systèmes de protection
3.3 Conditionnement des produits
3.4 Transport et stockage des produits
3.5 Matériels à utiliser

Figure n° 4 : préparation d'une opération de réparation

L'entrepreneur fait mettre en place **les moyens d'accès et les équipements d'hygiène et de sécurité** sur le lieu où la mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection du béton est prévue en respectant les dispositions **du marché**, la législation en vigueur et les consignes **du coordonnateur sécurité et protection de la santé (coordinateur SPS)**.

> L'entrepreneur doit prendre connaissance et disposer en permanence des documents de la liste suivante (non limitative) :

- les normes en vigueur et les autres documents de référence qui sont cités dans le présent guide (se reporter en annexe aux tableaux des textes de référence). Les contrôles demandés doivent être adaptés, si nécessaire, à la technique de traitement retenue en l'absence de norme spécifique ;
- les articles **du marché** relatifs au traitement de protection ;
- la procédure relative au traitement de protection ;
- le cadre du document de suivi du traitement de protection ;
- la fiche technique (ou notice d'emploi) de chacun des produits constituant le système de protection ;
- la fiche de données de sécurité (FDS) de chaque produit dont la présence sur le chantier est imposée par la réglementation ;
- la fiche technique et le carnet d'entretien des différents matériels nécessaires (par exemple, outils d'ouverture des fissures dans le cas du calfeutrement, outils de mélange, moyens de pesée, outils de mise en œuvre des produits, etc.) ;
- etc.

> L'entrepreneur doit organiser, exécuter et contrôler toutes les opérations suivantes :

Photo n° 5 : moyens d'accès nécessaires pour l'exécution des travaux (crédit photo Parexlanko)

- celles relatives à l'assurance de la qualité ;
- celles qui doivent précéder le traitement de protection ;
- celles qui doivent suivre le traitement de protection ;
- celles relatives aux interventions **du laboratoire** chargé de certaines épreuves et de certaines mesures ;
- l'amenée et la mise en place des moyens d'accès et des équipements d'hygiène et de sécurité ;
- l'approvisionnement des matériaux et produits nécessaires ;
- l'amenée et la mise en place des matériels nécessaires à l'opération ;
- la réalisation du relevé contradictoire avec **le maître d'œuvre de l'état du support**, qui est à reporter sur un plan avec les fissures éventuelles à traiter (numérotation, longueur, ouverture, activité ou non, etc.) ;
- la mise en œuvre des moyens de mesure destinés à contrôler l'efficacité du traitement de protection ;
- etc.

3.2.1 GENERALITES

Les deux critères communs ci-dessous, qui sont relatifs au choix des produits et systèmes de protection, sont développés, ci-après, dans deux articles séparés :

- la spécificité du travail à exécuter ;
- la protection de la santé, le respect des règles de sécurité, la protection de l'environnement…

Il existe également **des critères de choix spécifiques** développés dans un troisième article. En effet, pour **une fonction de protection exigée, plusieurs types de produits et de systèmes de protection** peuvent être utilisés : par exemple, pour satisfaire la fonction esthétique, il est possible de réaliser un enduit à base de liants hydrauliques ou synthétiques ou d'appliquer une peinture ou une lasure, voire de réaliser un enduit à base de liants hydrauliques et de le peindre….

Il appartient **au marché** de fixer la ou les familles de produits utilisables, les caractéristiques auxquelles doivent satisfaire ces produits et les contraintes d'exécution de l'opération. **L'entrepreneur** propose à l'acceptation **du maître d'œuvre** les produits capables de satisfaire les exigences **du marché. Les produits ne sont définitivement retenus qu'au vu des résultats satisfaisants de l'épreuve d'étude et de convenance.**

> Prise en compte du marquage CE dans le choix des produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton :

Ces produits et systèmes doivent présenter les caractéristiques exigées par la série des normes NF EN 1504-* *[4]. De plus, leur système d'attestation de conformité doit appartenir, soit à la classe 4, qui concerne les produits avec des exigences de performance peu élevées, soit à la classe 2+ dans le cas contraire. En outre, s'ils doivent satisfaire à une réglementation en matière de réaction au feu, leur système d'attestation de conformité doit appartenir, suivant niveau de performance nécessaire, aux classes 1, 2 ou 3.

En conclusion, le marché doit donc aussi fixer **les niveaux des systèmes d'attestation de conformité.**

3.2.2 CRITERES DE CHOIX COMMUNS A TOUS LES PRODUITS ET SYSTEMES DE PROTECTION

3.2.2.1 Critères de choix liés aux spécificités du travail à exécuter

Le produit ou le système de protection doit être adapté aux spécificités du travail à exécuter. La norme homologuée NF P 95-103 prend en compte les deux facteurs de choix essentiels que sont l'état du support et l'existence ou non de fissures. À ceci, il faut ajouter un troisième facteur que sont les exigences du maître d'ouvrage.

La norme susvisée détaille les nombreux points à relever pour qualifier l'état d'un support et sa fissuration : ils ont été intégrés dans les deux listes qui suivent. De nouveaux points, repérés par un astérisque (*), y ont été ajoutés car, par exemple, la norme ne traite ni de l'état chimique du support ni des principaux essais normalisés ou non de qualification de l'état du support.

[4] La norme NF EN 1062-1 n'étant pas une norme harmonisée, elle ne fait pas référence au marquage CE. Elle s'y rattache cependant pour les revêtements d'étanchéité qui relèvent aussi de la norme NF EN 1504-2.

Le processus d'évaluation des défauts d'une structure en béton et de leurs causes est clairement détaillé dans la norme européenne expérimentale XP ENV 1504-9[5] (partie 9 : principes généraux d'utilisation des produits et systèmes). Il en a été tenu compte lors de la rédaction du présent article.

Dans la suite de cet article sont explicités :

- d'une part, les principaux essais utilisables pour qualifier un support en béton ;
- d'autre part, les incidences de l'état du support sur le choix des produits et systèmes de protection.

Les différentes opérations à effectuer pour qualifier l'état d'un support en béton d'un ouvrage existant sont décrites dans la norme homologuée NF P 95-103 susvisée, dans la norme homologuée NF EN 1062-1 et dans le présent guide. Elles sont nettement plus importantes que celles visées dans les DTU ou les CCTG. Le marché doit donc être rédigé en conséquence. Par exemple, il peut imposer, à la charge de l'entreprise, l'intervention d'un laboratoire spécialisé afin de déterminer l'état chimique du support. À cause du vieillissement des matériaux, plus l'ouvrage est âgé, plus cette qualification est primordiale

Tous ces développements montrent la nécessité de qualifier le support lors des études préalables au diagnostic et de ne pas attendre l'exécution des travaux pour le faire. L'état du support doit cependant faire l'objet d'un relevé contradictoire aux débuts des travaux.

3.2.2.1.1 L'état du support
(hors sa fissuration éventuelle qui est traitée dans un autre article)

Se reporter aux documents suivants :

- au fascicule de documentation P 18-503 : Surfaces et parements du béton – Éléments d'identification. Ce fascicule concerne la planéité (P), la texture (E) et la teinte (T) et leurs défauts ;
- au guide technique de 1991 du LCPC : Défauts d'aspect des parements en béton.

> Les caractéristiques à relever concernant le support sont les suivantes :

Photo n° 6 : exemple de défaut géométrique (photo Poineau)

- (*) l'orientation du support :
  - parois verticales ou légèrement inclinées sur la verticale (<15°),
  - parois inclinées à < ou > 45°,
  - parois horizontales ou quasi-horizontales,
  - parois protégées ou non du vent et de la pluie,
  - etc. ;
- les défauts géométriques d'ensemble du support (se reporter à la norme expérimentale XP P10-202 [DTU 20.1 : Ouvrages en maçonneries de petits éléments], à la norme NF P 15-201 [DTU 26.1 : Enduits aux mortiers de ciments…], à la norme NF P 18-210 [DTU 23.1 : Murs en béton banché], au fascicule 65A du CCTG et au fascicule de documentation FD P 18-503, qui traitent du classement et des tolérances. Les défauts de planéité locale ou générale sont évalués au cordeau de 10 mètres, à la règle de 2 mètres et au réglet de 20 centimètres) :

[5] La sortie de la norme finale est prévue avant le fin 2008 mais sans le tableau de l'annexe A qui définit les propriétés que doivent présenter les produits et les systèmes en fonction des utilisations prévues.

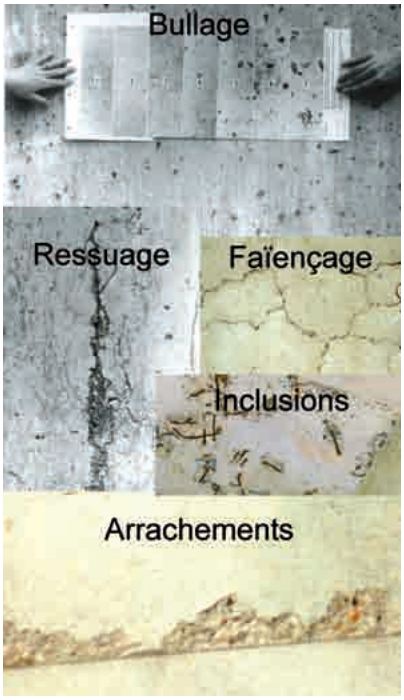


Photo n° 7 : exemples de défauts de texture (photos Poineau et Sétra)

- creux et bosses,
- balèvres,
- saillies,
- faux aplomb,
- arêtes irrégulières,
- ragréages en creux ou en relief,
- etc. ;

■ (*) les défauts de la structure superficielle du support qui concernent sa texture :

- nids de sable et de cailloux,
- inclusions de débris,
- traces de ressuage,
- épaufrures, arrachements,
- armatures apparentes (défaut d'enrobage, épaufrure, etc.),
- soufflures ou bullage (nombre, surface et profondeur des bulles),
- laitance,
- écaillage (effets du gel par exemple),
- ragréages,
- ancien revêtement,
- etc. ;

■ les défauts d'aspect du support liés à la présence de salissures plus ou moins adhérentes :

- dépôts de mortier, éclaboussures de plâtre ou de coulis d'injection,
- traces de produits de décoffrage ou de cure,
- efflorescences,
- traces de rouille,
- auréoles d'huile et taches de graisse,
- traces de fumée,
- poussière, coulures diverses et salissures,
- déjections diverses,
- taches dues à des micro-organismes tels que les algues (vertes, noires), les lichens…,
- graffiti,
- etc. ;

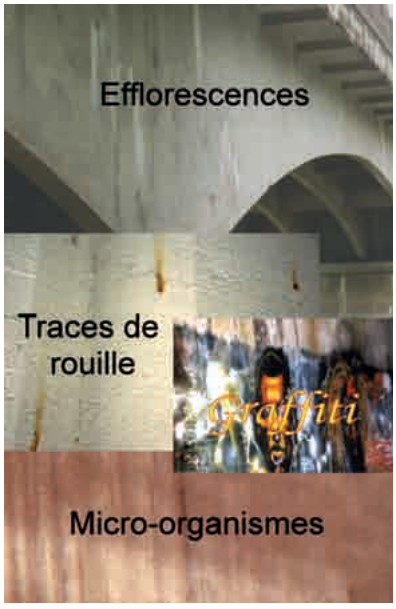


Photo n° 8 : exemples de défauts d'aspect (photos Poineau)

- les défauts d'aspect du support liés à des défauts de teinte :
  - les variations de teinte affectent le béton sur plusieurs millimètres d'épaisseur, voire plus,
  - les taches noires affectent le béton sur plusieurs millimètres d'épaisseur et sont dues à une concentration locale de grains de ciment,
  - les pommelages, qui sont des phénomènes dus à la présence de gros granulats très proches de la surface du béton (effet de transparence) ;

Nota : les parements (surfaces vues) peuvent être qualifiés :

- dans le domaine du bâtiment, **de parements élémentaires, ordinaires, courants ou soignés** par référence à la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 21) et à la norme homologuée NF P 18-210 (DTU 23.1) ;
- dans le domaine du génie civil, **de parements soignés simples, soignés fins ou soignés ouvragés** par référence au fascicule 65A du CCTG ;

Les normes homologuées NF P 74-201 (DTU 59.1 : Travaux de peinture des bâtiments), NF P 74-202 (DTU 59.2 : Revêtements en plastiques épais sur béton…), NF P 74-203 (DTU 59.3 : Peinture de sols) et NF P 84-404 (DTU 42.1 : Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilisation à base de polymères) exigent, pour pouvoir appliquer un système donné de protection (peinture, revêtement plastique épais…), que le parement présente **une certaine qualité**. Si cette qualité n'est pas atteinte, **des travaux de remise en état du subjectile sont nécessaires**. Ces normes complètent les exigences de forme et renvoient au DTU 21 et au DTU 23.1 susvisés dans le présent nota.

- (*) les caractéristiques physiques et chimiques de la peau du béton et l'état des armatures (seuls des essais en laboratoire ou in situ permettent de quantifier l'état chimique du support[6]) :
  - surface lisse (glacée) et donc peu absorbante,
  - surface rugueuse et donc absorbante (parfois trop),
  - surface pulvérulente et donc nuisant à l'adhérence des revêtements,
  - perméabilité à l'eau ou aux gaz,
  - porosité superficielle,
  - coefficients de diffusion des chlorures,
  - humidité du béton dans la masse (normalement, lors de l'application d'une peinture ou d'un revêtement, le taux d'humidité du support ne doit pas dépasser 5 %, sauf lorsqu'il s'agit de produits à base de liants hydrauliques qui nécessitent une humidification du support),
  - enrobage des armatures, car un défaut d'enrobage diminue localement la durée d'incubation de la corrosion,
  - pH de la couche superficielle du béton, car un pH trop élevé peut attaquer certains produits et systèmes de protection,
  - pH du béton d'enrobage des armatures à plusieurs niveaux, ce qui permet de connaître la profondeur de carbonatation et donc les risques de corrosion des armatures,

[6] *Se reporter au guide méthodologique de l'AFGC intitulé : Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton, paru aux Presses de l'ENPC en 2005.*

- présence et teneur en chlorures dans le béton d'enrobage des armatures à plusieurs niveaux, ce qui permet d'évaluer les risques de corrosion des armatures,
- potentiel d'électrode des armatures : cette mesure est à effectuer si la profondeur de carbonatation atteint ou dépasse les armatures ou si le dosage en chlorure près des armatures dépasse 0,4 % du poids du ciment,
- résistivité du béton : cette mesure permet de confirmer les mesures du potentiel d'électrode,
- vitesse de corrosion, cette mesure est effectuée si les résultats des mesures de potentiel laissent présager des risques de corrosion,
- présence ou absence de signes d'alcali-réaction ou de réaction sulfatique externe ou interne. Des investigations particulières sont nécessaires pour confirmer qu'il s'agit bien de réactions de gonflement interne,
- etc. ;

Rappel

Si le béton est atteint par l'alcali-réaction ou par une réaction sulfatique interne, il faut se reporter aux guides du LCPC de décembre 2002 et de novembre 2003. Certains produits et systèmes de protection peuvent être utilisés pour ralentir les phénomènes de gonflement interne sans les stopper définitivement.

- (*) les caractéristique de l'environnement de l'ouvrage (des essais en laboratoire ou in situ sont nécessaires pour qualifier l'agressivité de certains environnements) :
  - paroi exposée à la pluie (l'inclinaison de la paroi joue également),
  - humidité interne due à la présence d'eau en pression ou en contre-pression,
  - ruissellement ou stagnation d'eau,
  - présence et identification des eaux (douce, acide, résiduelle, de mer…),
  - atmosphère marine (embruns), urbaine, industrielle, etc.,
  - agressivité du sol,
  - conditions climatiques (ensoleillement, intensité du gel, fréquences du gel-dégel…),
  - présence et identification de micro-organismes,
  - etc.

3.2.2.1.2 Les fissures éventuelles
(se reporter au GUIDE N°3 [FABEM] « Traitement des fissures »)

> Les informations à relever sur l'origine et les caractéristiques des fissures sont les suivantes :

- leur géométrie (ouverture, tracé…) et leur classement (faïençage, microfissures, fissures fines, fissures moyennes, etc. ;
- (*) leur exposition sur la construction. Sont-elles situées à l'intérieur ou à l'extérieur de la construction ? Quelle est leur orientation par rapport aux points cardinaux ?)[7] ;

[7] *Les mouvements thermiques des fissures des parois exposées au sud sont plus importants que ceux des fissures des parois exposées au nord.*

- (*) leur orientation et leur position sur le support (par exemple, fissure au plafond, suivant une diagonale, dans un angle, etc.) ;
- leur activité ou non (fissures dites actives ou mortes) ;
- leur exposition aux intempéries (risque de venues d'eaux de pluie…) ;
- la présence d'eau libre ou sous pression ;
- l'accessibilité aux faces de la pièce affectées par la fissuration ;
- leur état de propreté ;
- la présence d'armatures corrodées avec ou sans réduction de section (ce cas se rencontre lorsqu'une fissure laisse passer l'eau) ;
- la présence d'armatures rompues ;
- leurs causes et leurs conséquences. Il faut impérativement répondre au moins aux deux questions suivantes : la structure présente-t-elle ou non **une insuffisance de force portante et une corrosion des armatures se développe-t-elle ?)**.

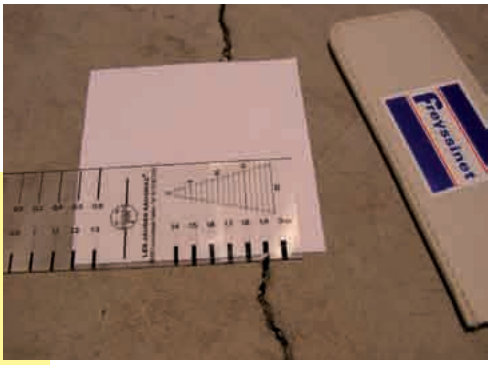


Photo n° 9 : fissure sur une paroi (photo Freyssinet)

Remarque : suivant l'importance de la fissuration (répartition et ouverture des fissures) et la famille du revêtement de protection à mettre en œuvre, un traitement des fissures est ou non nécessaire. En présence d'armatures fortement corrodées ou rompues, après analyse des risques, des mesures de sauvegarde doivent être prises car **une rupture brutale** est possible (voir les photographies ci-après dans la suite de l'article). Ensuite un projet de réparation est à mettre à l'étude.

3.2.2.1.3 Les exigences du maître d'ouvrage :

> Parmi les exigences du maître de l'ouvrage, il y a lieu de citer :

- la période des travaux (les conditions climatiques et hygrométriques jouent sur le choix des produits et systèmes de protection et sur leur mise en œuvre) ;
- les délais imposés pour la remise en état de service de l'ouvrage (un délai trop court risque d'être incompatible avec les délais à respecter entre les phases d'application de certains produits) ;
- l'aspect esthétique souhaité après traitement (cette exigence a de fortes incidences sur la préparation du support et le choix des produits et systèmes de protection…) ;
- etc.

3.2.2.1.4 Liste des principaux essais de qualification du support[8] :

- **annexe D du DTU 59.1 :**

  - tolérances de planéité des subjectiles en béton brut de décoffrage (voir aussi le DTU 21),

[8] *Se reporter au guide méthodologique de l'AFGC intitulé : Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton paru aux Presses de l'ENPC en 2005.*

■ **annexe 1 du DTU 59.3 :**

- détermination du pourcentage d'humidité par séchage à 70°C,
- détermination du pourcentage d'humidité par humidimètre capacitif,
- évaluation du taux d'humidité à l'aide d'une feuille de matière plastique,
- évaluation du taux d'humidité à l'aide de solutions colorées,
- évaluation de la pulvérulence du support et utilisation des clichés de référence de la norme expérimentale XP T 30-081,
- détermination de la cohésion superficielle par un essai d'arrachement dérivé de la norme homologuée NF EN ISO 4624, dont l'indice de classement est NF T 30-062 ou par lavage à haute pression,
- détermination du pH avec l'aide de solutions colorées préparées conformément à la norme homologuée NF T 01-011.

Solutions	pH limites de virage	Colorations
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6	Jaune-bleu
Rouge de phénol	6,8 – 8,4	Jaune-rouge
Rouge de crésol	7,2 – 8,8	Jaune-rouge
Bleu de thymol	8,0 – 9,6	Jaune-bleu
Phénolphtaléine	8,3 – 10	Incolore-rose
Jaune d'alizarine	10,0 – 12,0	Jaune-lilas

Tableau n° 1 : différents réactifs de contrôle du pH

■ **guide technique de 2002 du LCPC :**

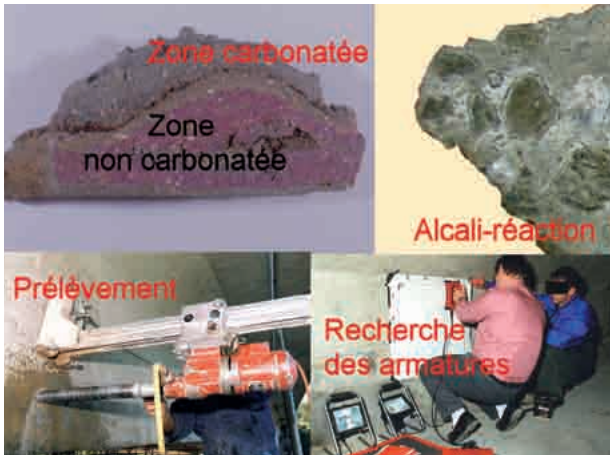


Photo n° 10 : différents essais d'évaluation de l'état d'un support (crédit photo Parexlanko, Sétra et Poineau)

L'article 5.1.2 en page 47 de ce guide du LCPC donne **la liste les mesures et essais à effectuer** sur le support **en fonction des agents agresseurs** présents dans l'environnement de la structure (gel, gel+sel, eau de pluie, CO2, Cl-…). Les essais de qualification du support visés sont les suivants :

- mesure de la porosité ouverte,
- mesure de la perméabilité à l'eau sous pression suivant la norme homologuée NF P 18 555 modifiée,
- mesure de l'enrobage des armatures,
- mesures de l'enrouillement des armatures, de la résistivité du béton et de la vitesse de corrosion,
- mesure de l'indice de fissuration d'un parement,
- mesure de la carbonatation,

- mesure de la perméabilité du béton aux chlorures,
- mesure de la teneur en chlorures du béton,
- mesure du taux de bulles ou « facteur d'espacement » d'un béton avec entraîneur d'air (cas où le béton est exposé au gel interne),
- essai d'écaillage visé par la norme expérimentale XP P 18-420 (cas du gel),
- résistance à la compression du béton suivant la norme homologuée NF EN 12504-1,
- mesure de la masse volumique et de la porosité,
- analyse pétrographique (cas de RGI),
- potentialité de gonflement résiduel (cas de RGI),
- analyse chimique du béton.

3.2.2.1.5 Choix d'un produit ou d'un système de protection en fonction de l'état du support et de sa fissuration

L'article 5.1.1 en page 42 du guide technique de 2002 du LCPC donne les familles de produits à utiliser ainsi que les traitements complémentaires à effectuer (extraction des chlorures, réalcalinisation, remplacement du béton pollué…) suivant l'état physique (défauts d'aspect, fissures…) et chimique (niveau de carbonatation et teneur en chlorures) du support.

Cet article du guide du LCPC, qui vise surtout **les structures du génie civil**, permet de s'orienter rapidement vers des solutions fiables. Il a cependant été nécessaire de le compléter en explicitant ci-après les raisons des choix proposés et en traitant également le domaine du bâtiment.

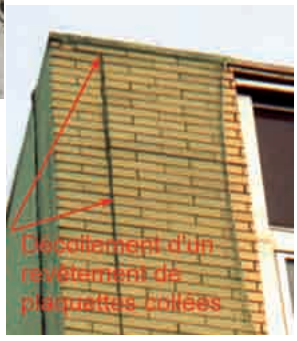
> Principales relations entre l'état du support et le choix du produit ou du système de protection :

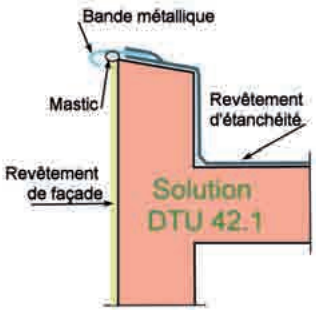
Il est rappelé que **l'état du support** doit être qualifié lors **des études spécifiques préalables au diagnostic**, comme indiqué dans **l'avertissement** en tête du présent guide.

■ **l'orientation du support.**

Photo n° 11 : incidences de l'orientation et des dispositifs de protection du support sur la tenue des revêtements (photos Poineau)

L'orientation du support joue sur la tenue et la durabilité de certains des produits et systèmes de protection. Par exemple, vis-à-vis des eaux de pluie, la protection se trouve, suivant l'orientation du support, soumis, soit à un simple ruissellement, soit à une stagnation des eaux.





L'orientation du support limite l'emploi de certains produits. Par exemple, les revêtements plastiques épais (RPE) visés par la norme homologuée NF P 74-202-1 (DTU 59.2) sont interdits sur des parois exposées à la pluie dont l'inclinaison par rapport à l'horizontale est inférieure à 45°. De plus, pour éviter un risque de décollement du revêtement, les arêtes supérieures des faces verticales doivent être protégées par une corniche, des bavettes…

Il convient donc de choisir **les produits et systèmes de protection** en respectant **leur domaine d'emploi** fixé dans les normes, CCTG, DTU, guides, avis techniques, fiches techniques (notices d'emploi) et rappelé, dans la mesure du possible, dans le présent guide.

■ **La texture et les défauts de texture.**

Les nids de cailloux, arrachements, épaufrures, aciers apparents, etc. doivent faire l'objet de réparations avant la réalisation du traitement de protection. Les techniques de réparation sont développées dans le **GUIDE N°1 [FABEM]** et le **GUIDE N°5 [FABEM]** de la présente série.

Photo n° 12 : chantier montrant la préparation du support et la protection réalisée (crédit photo Parexlanko)

Les bullages, les traces de ressuage… peuvent imposer **un ragréage** du support si les défauts sont nombreux et profonds et également **si l'aspect** fait partie **des fonctions exigées du produit ou du système de protection** et que ce dernier ne peut masquer les défauts. Par exemple, une mise en peinture devant assurer à la fois une fonction d'aspect et de protection peut nécessiter un ragréage soigné du support, dont la consistance est à fixer par **le marché**.

Certains des produits et systèmes de protection peuvent couvrir certains **défauts de texture**, sans nécessiter un traitement préalable du support. Le tableau de la page 44 du guide technique de 2002 du LCPC donne la famille de systèmes utilisables en fonction du défaut existant.

La laitance, les dépôts de mortier, les éclaboussures de coulis doivent être éliminées lors de la préparation du support (se reporter à l'article 4.2 ci-après).

Les anciens revêtements doivent être identifiés. Par exemple, en l'absence d'information dans le dossier de l'ouvrage ou de test d'identification sur prélèvement en laboratoire, un test à la flamme d'un chalumeau à gaz permet de connaître la nature de certains produits :

- la plupart des peintures se ramollissent assez rapidement,
- les revêtements plastiques épais (RPE) se ramollissent mais moins rapidement,
- les revêtements à base de liants hydrauliques (enduits) ne réagissent pas à la flamme.

Les anciens revêtements (hydrofuges, peintures, revêtements à base de liants organiques ou de liants hydrauliques, etc.) doivent être, soit éliminés si les exigences techniques l'imposent, soit sondés afin d'éliminer les parties non adhérentes en vue de leur réutilisation en sous-couche. **Le marché** fixe les obligations de **l'entrepreneur**[9]. Parmi les tests simples pour juger de l'adhérence d'un ancien revêtement, il est possible de citer :

[9] *En cas d'enlèvement du revêtement existant, il y a lieu de se préoccuper de la gestion des déchets ainsi générés.*

Photo n° 13 : test du quadrillage sur un revêtement existant (crédit photo Parexlanko)

- le test classique **du quadrillage**[10] visé par la norme homologuée NF EN ISO 2409 (indice de classement NF T 30-038) permet de s'assurer rapidement de la qualité de l'adhérence d'une peinture sur un support lisse. Cependant, seul **l'essai de traction**, défini par la norme homologuée NF EN ISO 4624 (indice de classement NF T 30-062), permet de contrôler réellement l'adhérence sous réserve de multiplier le nombre des essais,
- l'utilisation d'un couteau de peintre permet de tester l'adhérence d'un revêtement à base de liants synthétiques, par exemple, un revêtement de type RPE,
- le sondage au marteau permet de s'assurer de l'adhérence d'un revêtement à base de liants hydrauliques.

La cohésion et la dureté d'un revêtement à base de liants hydrauliques sont à vérifier, par exemple, en appuyant manuellement une tige métallique sur le revêtement. Si la tige pénètre en profondeur, il est préférable d'éliminer complètement le revêtement existant.

L'application d'un nouveau produit ou système de protection sur un revêtement existant impose aussi de vérifier la compatibilité chimique des produits et impose des travaux de préparation du support :

- par exemple, la présence d'un hydrofuge de surface (à base de silicones) est incompatible avec la mise en œuvre d'un revêtement à base de liants hydrauliques, d'une peinture, etc. ;
- par exemple, il est nécessaire, après nettoyage, de ragréer un enduit de type tyrolien à la texture très modelée avant l'application d'un nouveau revêtement de protection à base de liants hydrauliques…

Un revêtement existant à base de liants hydrauliques est directement compatible avec **la mise en place d'un autre revêtement à base de liants hydrauliques**, s'il est **absorbant**. Par exemple, un moyen simple de contrôle consiste à projeter de l'eau sur le support : si l'eau y pénètre, celui-ci est considéré comme absorbant ; si l'eau ruisselle, le support est non absorbant.

Les défauts de forme.

Suivant l'importance des défauts et les fonctions exigées du produit ou système de protection, les balèvres et saillies doivent être éliminées et les creux ragréés. Les rattrapages de niveau sont à réaliser « en queue de billard » sur une longueur à fixer et d'au moins 0,30 m.

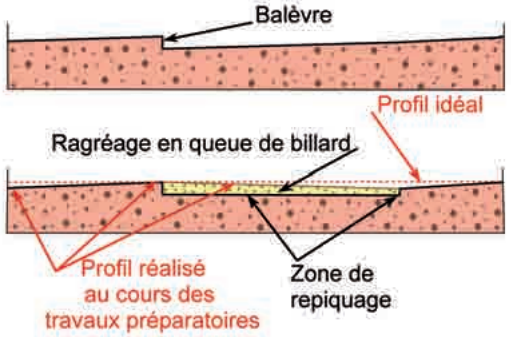


Figure n° 5 : principe de réalisation d'un rattrapage dit « en queue de billard »

Les défauts d'aspect.

Les différents défauts d'aspect, tels que les poussières, les taches, les efflorescences, les algues, les graffiti, etc. doivent être éliminés lors de la préparation du support (se reporter à l'article 4.2 ci-après).

[10] Ce test inspiré de la norme consiste à découper la peinture en petits carrés de 2 mm de côté sur une surface de 10 cm². Si plus de 20 % des carrés se détachent du support, la peinture est dite non adhérente (se reporter au texte de la norme).

Certains des produits et systèmes de protection peuvent couvrir certains défauts d'aspect sans nécessiter un traitement préalable du support. Le tableau de la page 44 du guide technique de 2002 du LCPC donne la famille de systèmes utilisables en fonction du défaut existant.

■ **Les caractéristiques du béton du support et l'état des armatures.**

- Incidence **de la porosité interne** du support.

Elle joue sur les produits et systèmes de protection utilisables. Dans le cas des produits et systèmes de protection du type imprégnations, lasures, peintures et revêtements, d'après l'article 5.1.1 du guide technique de 2002 du LCPC, les conditions d'emploi sont les suivantes :

- porosité < 12 % : tous les systèmes de protection peuvent être utilisés ;
- 12 % ≤ porosité ≤ 20 % : seules les peintures et revêtements sont utilisables ;
- porosité > 20 % : un ragréage préalable est nécessaire avant la mise en œuvre d'un produit ou système de protection.

- Incidence **du pH du support** en béton ou en mortier à base de liants hydrauliques (mortier de ragréage…).

Certains des produits et systèmes de protection comme les peintures ne peuvent être mis en place sur un béton neuf ou un ragréage récent à base de liants hydrauliques dont le pH atteint 12 ou 13. Il faut attendre un début de carbonatation de la surface du béton, qui fait retomber le pH à 9 ou 10 comme l'indique le guide technique de 1999 du LCPC sur la mise en peinture des bétons de génie civil.

Dans le domaine du bâtiment[11] **:** La norme homologuée NF P 74-201-1 (DTU 59.1) impose un pH <13. La norme homologuée NF P 74-202-1 (DTU 59.2) impose un pH < 12. La norme homologuée NF P 74-203-1 (DTU 59.3) impose 8 ≤ pH ≤ 12.

Dans le domaine du génie civil : Un délai minimal de 2 mois est prescrit par l'article 84.2 du fascicule 65A du CCTG (il est à noter que si la préparation du support prévoit l'enlèvement de la couche de laitance, il est nécessaire de contrôler le pH du subjectile après cette opération).

- Incidence **de la capillarité** superficielle.

Un béton rugueux ou lisse et absorbant nécessite une simple humidification en cas de mise en œuvre d'un revêtement de protection à base de liant hydraulique. Dans le cas contraire, **un béton lisse et non absorbant** nécessite, soit de réaliser un gobetis à base de ciment et résines, soit de passer sur la surface un primaire pour permettre l'accrochage du revêtement ultérieur.

- Incidence **de la corrosion** des armatures.

Il faut rappeler **qu'un examen visuel** du béton ne renseigne ni sur la pénétration des agents agressifs ni sur l'existence ou non d'une corrosion des armatures. En effet, la corrosion, à ses débuts, ne se manifeste pas par des signes visibles à la surface du béton, tels que des traces de rouille, des fissures, des fractures et des éclatements.

Mettre un produit ou un système de protection quelconque sur une structure dans laquelle **la corrosion des armatures est avancée, mais sans signes apparents**, ne va pas stopper le mécanisme en cours, même s'il sera un peu ralenti.

Il est donc nécessaire, sur les structures existantes dont l'âge dépasse une quarantaine d'années[12] ou qui sont situées dans un environnement particulièrement agressif, **de procéder**

[11] Les exigences des différents DTU sur les valeurs du pH du subjectile semblent manquer d'harmonisation.

[12] La majeure partie des structures en béton armé ou précontraint construite hors des zones maritimes jusque dans les années 90 a été conçue avec un enrobage minimal des armatures passives de 2 cm, ce qui est normalement compatible avec une durée de vie d'environ 50 ans (période de temps nécessaire à la carbonatation pour atteindre les armatures). L'expérience montre que de nombreuses structures connaissent des débuts de corrosion avant les 50 ans, à cause de la perméabilité trop élevée de la peau du béton, du non respect des enrobages, de l'utilisation de fondants routiers…

à certaines des mesures visées par l'article précédent. Ces mesures ont pour but de connaître **la qualité du béton et l'état des armatures** (se reporter aux deux documents scientifiques et techniques de l'AFGC : le guide de novembre 2003 de l'AFGC intitulé « Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion » et le guide de juillet 2004 de l'AFGC intitulé « Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages »).

> Si les mesures effectuées montrent :

- l'existence d'une corrosion, soit avec un front de carbonatation juste au niveau ou ayant dépassé le niveau des armatures, soit un excès de chlorures…, cela impose de procéder à des traitements spécifiques préalables soit pour extraire les agents agressifs (extraction des chlorures et/ou réalcalinisation du béton) soit pour remplacer le béton pollué… (se reporter au **GUIDE N°1 [FABEM]** et au **GUIDE N°5 [FABEM]** de la présente collection). Après ces traitements, en particulier les traitements électrochimiques, il est nécessaire de mettre en œuvre **un produit ou un système de protection** pour réduire au maximum la pénétration des agents agressifs qui ne manquerait pas de se reproduire, puisque ces traitements ne modifient ni la porosité ni la perméabilité du béton ;

- une absence de corrosion avec un front de carbonatation éloigné des armatures, une teneur en chlorures faible, etc., il y a lieu de prévoir la mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection** pour ralentir au maximum la pénétration des agents agressifs.

Le tableau de la page 44 du guide technique de 2002 du LCPC donne les traitements préalables éventuels à effectuer (extraction des chlorures, réalcalinisation du béton, inhibiteurs de corrosion[13] applicables en surface du béton durci…) et le type de protection à mettre en œuvre en fonction de la profondeur de carbonatation et/ou du taux de chlorures.

L'environnement

L'utilisation des résultats des essais effectués en usine par le producteur ou lors de la qualification d'un système de protection ou lors des essais d'étude avant travaux permettent de retenir les produits et systèmes de protection aptes à satisfaire aux exigences du marché.

Les différents essais de qualification, relatifs aux différentes fonctions auxquelles doivent satisfaire les produits de protection, sont explicités en détail dans la suite du guide. La liste suivante, non exhaustive, donne quelques fonctions que peuvent présenter les produits :

- la résistance à la carbonatation ;
- la résistance à la pénétration des chlorures, de gaz ou de vapeur d'eau ;
- la tenue au vieillissement artificiel ;
- la stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques ;
- etc.

Remarque : les revêtements de couleur foncée doivent être évités. Les DTU fixent comme limite un coefficient d'absorption du rayonnement solaire < 0,7 ce qui correspond à un indice de luminescence > 35 %.

[13] Il existe aussi des inhibiteurs de corrosion des armatures de béton armé qui sont incorporés sous forme d'adjuvants dans le béton frais lors de sa fabrication (se reporter au GUIDE N°1 [FABEM]).

Il faut attirer l'attention des différents acteurs sur le fait qu'en **l'absence d'essais probants** sur un produit ou un système de protection, **la réalisation d'une épreuve d'étude demande plusieurs mois**. Il faut donc dans un tel cas intégrer ce délai dans le calendrier de réalisation de l'opération.

> Principales relations entre la fissuration du support et le choix du produit ou système de protection :

■ Généralités

Il est rappelé que la fissuration du support doit être qualifiée lors **des études spécifiques préalables au diagnostic**. Se reporter au **GUIDE N°1 [FABEM]** qui détaille la procédure à suivre.

La mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection** n'est applicable qu'aux structures pour lesquelles la fissuration n'a pas d'incidence sur **la force portante de l'ouvrage** En effet cette technique ne peut, tout au plus, que boucher les fissures existantes.

Attention, des fissures bien ouvertes ont une incidence négative sur la durabilité de la structure concernée, même s'il s'agit de fissures sans incidence sur la capacité portante, comme certaines fissures liées aux retraits gênés (se reporter aux règles de calcul du béton armé suivant que la fissuration est à considérer comme peu préjudiciable, préjudiciable ou très préjudiciable).

Les conséquences sur la durabilité, en particulier vis-à-vis **de la corrosion des armatures** et de la fissuration des structures en béton armé et béton précontraint, sont explicitées ci-après.

■ Cas des structures en béton armé

En l'absence de toute fissuration apparente, la corrosion se développe en deux étapes. La première, **d'une durée t_0**, est **la période dite d'incubation** pendant laquelle les agents agressifs pénètrent dans le béton d'enrobage et arrivent au contact des armatures. Ensuite, la corrosion se développe, ce qui marque le début de **la période dite de propagation**.

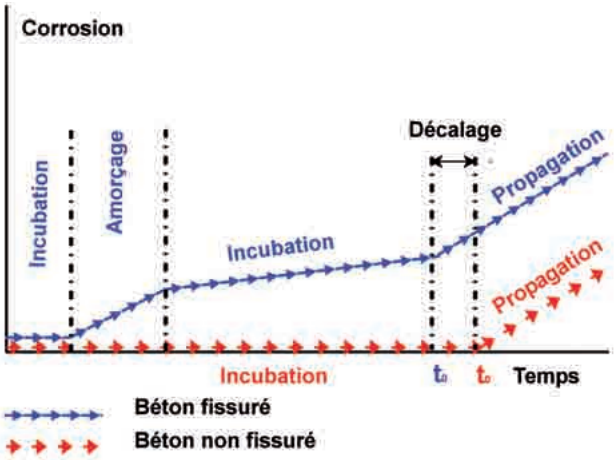


Figure n° 6 : illustration des périodes d'incubation et de propagation

Des fissures de faible souffle dont l'ouverture ne dépasse pas **0,4 à 0,5 mm** vont créer **un amorçage de la corrosion**, mais **la période d'incubation** ne sera que faiblement réduite. En effet, les produits de corrosion bouchent les fissures, ce qui arrête cette première corrosion. Ensuite, les agents agressifs vont pénétrer classiquement dans le béton d'enrobage des armatures jusqu'à les atteindre.

Ces fissures ne sont donc pas à priori pathologiques, sauf si elles sont soumises à **une circulation d'eau** qui va évacuer les produits de corrosion et donc accélérer le processus de corrosion. Ces fissures pathologiques peuvent se rencontrer, par exemple, dans les réservoirs, les tabliers de ponts dont la chape d'étanchéité est défaillante, les murs de soutènement au niveau des reprises de bétonnage…

Photo n° 15 : conséquence de la circulation de l'eau au travers d'une fissure (photo DDE 54)

Photo n° 14 : exemple de fissure constamment humide (photo DDE 54)

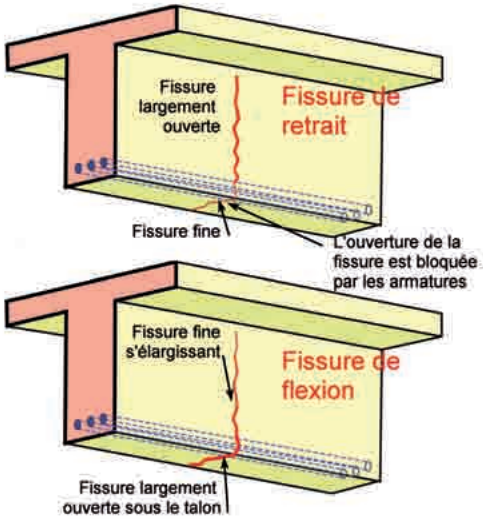

Fissure largement ouverte
Fissure de retrait
Fissure fine
L'ouverture de la fissure est bloquée par les armatures
Fissure fine s'élargissant
Fissure de flexion
Fissure largement ouverte sous le talon

Figure n° 7 : comment différencier une fissure due aux différents retraits d'une fissure de flexion

Si les fissures sont nettement actives, elles sont davantage préjudiciables vis-à-vis de la durabilité, mais il y a peu de résultats de recherches sur l'accélération du processus de corrosion qui en résulte.

Des fissures dont l'ouverture dépasse 0,5 mm favorisent la pénétration des agents agressifs, ce qui accélère le processus de corrosion des armatures.

Si les fissures sont ouvertes au-delà du millimètre, il y a vraisemblablement **un début de plastification des armatures**. De telles fissures sont, le plus souvent, le signe **d'une insuffisance de résistance de la structure** aux sollicitations qui lui sont appliquées[14].

Dans le cas des fissures actives, les armatures sont soumises à des variations de contraintes qui peuvent entraîner à terme **des ruptures par fatigue**.

Cas des structures en béton précontraint

Il faut distinguer dans une structure précontrainte **les parties qui relèvent du fonctionnement du béton armé de celles qui relèvent réellement du béton précontraint**. Les poutres sont toujours précontraintes longitudinalement, c'est parfois le cas transversalement s'il existe une précontrainte transversale de la dalle de couverture et c'est nettement plus rare verticalement, sauf s'il existe des étriers actifs.

Par exemple, dans une poutre-caisson précontrainte uniquement dans le sens longitudinal, **des fissures perpendiculaires à la direction de la précontrainte sont pathologiques** alors que **des fissures longitudinales dans le hourdis supérieur simplement armé** (sous réserve qu'elles soient fines et bien réparties) relèvent du fonctionnement normal d'une pièce en béton armé.

Jusque vers les années 80, les structures en béton précontraint étaient dimensionnées en **« précontrainte totale » avec très peu d'armatures de béton armé. Toute fissure active**

[14] *L'absence ou l'insuffisance des armatures de peau dans les âmes de poutres peut conduire, sous les effets des retraits gênés, à des fissures de plusieurs millimètres d'ouverture qui n'entraînent pas forcément une insuffisance marquée de la résistance mécanique de la structure. Elles facilitent cependant la pénétration des agents agressifs.*

relève donc de la pathologie structurelle. Depuis cette époque, la majeure partie des constructions est dimensionnée **en classe II**, avec mise en place d'armatures de béton armé pour équilibrer les éventuelles tractions. **Toute fissure active relève cependant le plus souvent de la pathologie**.

Les fissures en béton précontraint comme en béton armé peuvent, d'une part, faciliter la pénétration des agents agressifs et donc **la corrosion des armatures passives comme actives** et, d'autre part, comme elles sont actives, entraîner **des ruptures par fatigue des armatures actives comme passives**.

■ Le traitement de la fissuration dans le domaine du bâtiment

Les systèmes de peintures usuels ne sont pas du tout adaptés pour ponter la fissuration du support. Certains des systèmes de revêtement peuvent cependant traiter une microfissuration…

> Suivant l'état de fissuration du support, il faut s'appuyer sur les textes suivants :

- textes ne visant pas le traitement de la fissuration du béton et des enduits :
  - la norme homologuée NF P 74-201-1 (DTU 59.1) relative aux travaux de peinture indique que **les produits de peinture** (usuels) ne sont pas faits pour résister aux dilatations et retraits des matériaux et **aux fissures** qu'ils engendrent. La norme conseille, soit d'utiliser des produits applicables sur des supports fissurés, soit de ponter les fissures,
  - la norme homologuée NF P 74-203-1 (DTU 59.3) relative à la peinture des sols indique que **les produits de peinture** (usuels) ne sont pas destinés à résister à **la microfissuration** du support ;
- textes visant le traitement de la microfissuration du béton et des enduits :
  - la norme homologuée NF P 74-202-1 (DTU 59.2) relative aux revêtements plastiques épais (RPE) indique que ces revêtements peuvent seulement traiter **le faïençage du support**,
  - le fascicule de documentation FD T 30-808[15] relatif aux produits et systèmes de peintures pour façades indique que les revêtements semi-épais peuvent seulement traiter le faïençage du support ;
- textes visant le traitement de la fissuration du béton et des enduits :
  - les normes homologuées NF P 84-404 4 (DTU 42.1) et NF P 84-405 (commentaires à la norme homologuée NF P 84-404), relatives à la protection des façades[16], indiquent que les produits peuvent être utilisés sur les murs de façade fissurés[17] sans traitement préalable des fissures, à conditions que l'ouverture de celles-ci reste en dessous d'un certain seuil (1 mm). Au-delà, **le pontage des fissures** s'impose jusqu'à un autre seuil où le rebouchage des fissures devient alors nécessaire (2 mm). Dans le cas où la fissuration est importante et aléatoire, le traitement de chaque fissure par pontage est remplacé par la mise en place **d'une armature généralisée** sur toute la surface de la structure concernée,

[15] Se reporter à la norme homologuée NF EN 1062-1 (partie 1 : Classification) qui traite des produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et bétons extérieurs (préservation, décoration et protection des supports).

[16] Se reporter à la norme homologuée NF EN 1062-1 (partie 1 : Classification).

[17] Les murs banchés ne relèvent pas des règles de calcul du béton armé, en particulier en matière de non-fragilité et de fissuration, d'où des ouvertures de fissures inhabituelles et la mise en œuvre de revêtements ou d'enduits de protection adaptés à la fissuration du support ou la réalisation d'un pontage des fissures avant la mise en œuvre d'un revêtement de protection.

- la norme homologuée NF EN 1062-1, relative à la classification des produits de peinture et systèmes de revêtements, traite **des classes de résistance à la fissuration** (de A_0 [aucune exigence] à A_5 [allongement > 2,5 mm à la vitesse de 0,5 mm/mn]) et recommande des températures d'essai. Une annexe informative guide sur le choix des revêtements, mais sans fixer les **niveaux de performance** requis en fonction de l'importance de la fissuration,

- la norme expérimentale XP T 34-722 fait la liaison entre la classification française et la classification européenne. Elle permet de choisir **les classes de performance** des revêtements de façade applicables sur un support fissuré.

En conclusion, si le support est fissuré, il appartient **au marché** de fixer les exigences en matière de traitement des fissures. Deux solutions sont envisageables :

- soit l'utilisation de systèmes de revêtement d'imperméabilisation aptes à ponter les fissures visées par la norme homologuée NF P 84-404 modifiée par la parution de la norme homologuée NF EN 1062-1, qui prévoit sept fonctions (G, E, S, V, W, A et C). La norme expérimentale XP T 34-722 permet de faire la liaison entre la classification française et la classification européenne comme suit :

  - si le système de revêtement est antérieur à la parution de la norme homologuée NF EN 1062-1, la classification réduite « EVWA » s'applique. Il n'est pas nécessaire de faire de nouveaux essais de qualification,

  - si le système de revêtement est postérieur à la parution de la norme homologuée NF EN 1062-1, c'est la classification complète « GESVWAC » qui s'applique. Le système être qualifié conformément aux dispositions des normes homologuées de la série NF EN 1062-*.

L'extrait du tableau de la norme expérimentale XP T 34-722 ci-après donne les valeurs des classes de la norme européenne à choisir en fonction de l'importance de la fissuration :

Classement d'équivalence EVWA					
Classe de fissuration de l'ex P 84-403 (mm)	Épaisseur minimale du revêtement de la P 84-404 (mm)	Classe d'épaisseur du revêtement E (µm)	Classe de perméabilité à la vapeur d'eau V ($g/m^2.j$)	Classe de perméabilité à l'eau W ($kg/m^2.h^{0,5}$)	Classe de résistance à la fissuration Ai (µm)
I1 (< 0,2)	**0,2**	$200 < E_4 \leq 400$	$15 < V_2 \leq 150$	$0,1 < W_2 \leq 0,5$	$A_2 > 250$ à 23°C
I2 (0,2 ≤ et < 0,5)	**0,3**	$200 < E_4 \leq 400$	$15 < V_2 \leq 150$	$0,1 < W_2 \leq 0,5$	$A_3 > 500$ à –10°C
I3 (0,5 ≤ et < 1)	**0,4**	$E_5 > 400$	$15 < V_2 \leq 150$	$0,1 < W_2 \leq 0,5$	$A_4 > 1250$ à –10°C
I4 (1 ≤ et < 2)	**0,6**	$E_5 > 400$	$15 < V_2 \leq 150$	$0,1 < W_2 \leq 0,5$	$A_5 > 2500$ à –10°C

Tableau n° 2 : classement d'équivalence EVWA

Remarque : *Il est possible, si le revêtement doit assurer* ***des fonctions particulières*** *non traitées par les normes susvisées (par exemple, la résistance à certains produits chimiques), de faire appel à la norme harmonisée NF EN 1504-2 et au guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902.*

- soit un traitement préalable des fissures par injection, calfeutrement ou pontage… (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM]** et au **GUIDE N°3 [FABEM]**).

Les treillis textiles destinés à armer les enduits de façade doivent satisfaire à l'amendement NF P 15-201-1/A1 à la norme homologuée NF P 15-201-1 (DTU 26.1) c'est-à-dire :

- être traités de façon durable contre les alcalis ;

- avoir des mailles de 8 à 10 mm ;

- avoir une résistance supérieure à 35 daN/cm

Les treillis textiles bénéficient d'une marque de conformité délivrée par le CSTB. Il s'agit d'un certificat « CSTBat » qui traite des caractéristiques suivantes :

- de la masse du produit ;
- du taux de cendre ;
- des dimensions de la maille ;
- de la résistance initiale ;
- des la résistance après conservation dans une solution alcaline[18] ;
- de l'allongement.

Remarque : *le futur DTU 42.1 fait référence pour le choix des produits et systèmes pour revêtements d'imperméabilité à base de polymères aux normes européennes N EN 1062-1 et NF EN 1504-2 et au système de classification « GESVWAC ». Il n'y aura donc plus de contradictions entre ces différents textes.*

Le traitement de la fissuration dans le domaine du génie civil

Suivant l'origine, l'ouverture et l'activité des fissures et les fonctions à satisfaire, avant la mise en place d'un produit ou d'un système de protection, généralement, le traitement des fissures s'impose ; il est réalisé, soit par injection, soit par calfeutrement, soit par pontage.

Cependant, le faïençage, les microfissures et les fissures très fines peuvent être traitées par la mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection non armé.

Dans le cas de supports susceptibles de se fissurer ultérieurement, il est envisageable d'utiliser des produits satisfaisants aux classes de fissuration les plus élevées de la norme harmonisée NF EN 1504-2 sans être obligé de mettre en place une armature généralisée.

Les fissures actives liées à **une insuffisance structurelle** nécessitent à la fois leur traitement (le plus souvent par injection) et le renforcement de la structure (par exemple, par une pré-contrainte additionnelle).

Le tableau n° 4 ci-après, extrait du **GUIDE N°2 [FABEM] et du GUIDE N°3 [FABEM]**, donne les solutions usuelles pour le traitement d'un support fissuré en fonction de l'ouverture (w) des fissures à traiter exprimée en millimètres, de la présence ou non d'eau sans ou sous pression, etc. **Le pontage peut être localisé ou généralisé**. Il doit être compatible avec le revêtement de protection à appliquer ensuite.

Le tableau donne également dans la colonne observations **les avantages et les inconvénients des différents produits utilisables**, les principales précautions à prendre pour réussir l'opération et la nécessité de s'assurer de la compatibilité des produits de traitement des fissures avec les traitements ultérieurs.

Il est à noter que :

- ce tableau vise surtout le domaine du génie civil. Il s'applique cependant dans le domaine du bâtiment, mais avec quelques restrictions. En effet, certains produits et systèmes de protection peuvent être mis en œuvre sur des murs de bâtiments où les fissures peuvent atteindre et dépasser le millimètre sans avoir recours à un traitement préalable des fissures tel qu'une injection.

[18] *La comparaison entre la résistance initiale et celle après essai de vieillissement permet de vérifier la résistance du textile aux alcalins des liants.*

- la protection généralisée est applicable lorsque la fissuration est anarchique et intéresse la totalité ou presque de la surface du support ;

- les cellules du tableau visant les différentes techniques de traitement des fissures sont diversement coloriées pour mettre en relief la technique de traitement proposée.

Il est rappelé que le choix définitif d'un produit est obligatoirement lié à la réussite **d'un essai de convenance** dont la consistance est développée ci-après dans le présent document et qui doit être adaptée **par le marché** aux travaux à exécuter.

Dans la colonne du tableau intitulée produits utilisables, pour gagner de la place, **des sigles** ou des abréviations remplacent le plus souvent les noms complets des produits (les sigles sont ceux **du guide technique de 1996 LCPC-SETRA** relatif au choix et à l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton). Les correspondances entre les sigles, les abréviations et les noms sont les suivantes :

EP : résines époxydes ;

Gel de silice : tous les dérivés de l'acide silicique et des silicates ;

Gel mixte : gel obtenu par combinaison de plusieurs produits de réactions indépendantes ;

Hydrogel : gel en solution aqueuse ;

LHM : liant hydraulique modifié ;

PAAm : polyacrylamide (voir le nota) ;

PMMA : polyméthacrylate de méthyle ;

PUR : résines polyuréthannes.

Nota : *ces produits sont employés pour l'étanchement de fissures de faible ouverture (entre 0,3 et 0,5 mm) et soumises à des venues d'eau.* ***L'acrylamide est une substance classée toxique*** *(voir la fiche toxicologique de l'INRS n°119). La Commission européenne devrait prochainement fixer sa position sur ce produit. Ce pourrait être une interdiction avec possibilité de dérogation.*

Dans le cas où le revêtement doit être armé localement ou dans sa globalité, il est possible, pour le choix de l'armature textile, de s'inspirer des exigences fixées par le certificat « CSTBat » explicité dans la partie consacrée au domaine du bâtiment ci-devant.

Le tableau n° 3 ci-dessous indique la correspondance entre ces abréviations et celles utilisées dans la série des normes européennes NF EN 1504** :

Abréviation française	Abréviation européenne	Nom utilisé dans les normes européennes
LHM	PCC	Polymer cement concrete
EP ou PUR	P	Liant polymère réactif
Ciments et coulis	H	Produit d'injection à base de liant hydraulique
EP, LHM, PMMA, PUR…	F	Produit d'injection pouvant transmettre des efforts
EP, PUR…	D	Produit d'injection ductile pouvant supporter un mouvement ultérieur
Gels et PAAm	S	Produit d'injection expansif, également désigné sous le nom de gel

Tableau n° 3 : correspondance entre les abréviations

Revêtement ou peinture

Pontage

Injection + revêtement ou pontage

Ouvertures des fissures en mm	Milieu ambiant	Activité	Techniques de traitement	Produits utilisables	Fonctions recherchées	Observations
< 0,1	sec	mortes	peintures, minéralisateurs et consolidants	LHM, PUR, EP, acrylique /PMMA… base silicates et silicates ciment	diminution des porosités de surface	généralement le choix s'oriente vers des produits microporeux
	humide ou humide et ruisselant		revêtement, nécessite un assèchement lors de la mise en œuvre	LHM, EP, émulsion PUR et EP	cuvelage ou étanchéité	pour utilisation de PUR, l'assèchement doit être strictement contrôlé ; sinon, il y a à redouter des défauts d'adhérence et d'étanchéité
de 0,1 à 0,2	sec	mortes	revêtements	LHM, PUR, EP	fermeture en surface	produits à consistance pâteuse
			injection	PUR, EP	combler un vide	résine très fluide et DPU lente. Ces résines étant très diluées, elles présentent une faible résistance
		avec souffle	revêtements souples	LHM, PUR	couvrir la fissure	produit souple à consistance pâteuse avec une épaisseur en adéquation avec le souffle
			pontages de surface	EP, PUR	obturation locale de la surface	produit souple armé avec une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure
	humide ruisselant	mortes	injection de blocage + revêtement	gel de silice, hydrogel acrylique /PMMA, gel mixte	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface pérenne	produit réactif de blocage à condition que l'adhérence soit supérieure à la sous-pression ; le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
		avec souffle	injection de blocage + revêtement	hydrogel acrylique /PMMA, PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le souffle et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 0,3 à 3	sec	mortes	injection	EP, ciments surbroyés	remplir et assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec souffle	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique…	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR, EP	obturation locale de surface	en fonction du souffle, une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure peut être nécessaire
	humide ruisselant	mortes	injection	gel PUR, acrylique, PMMA, gel mixte, mousse PUR	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec souffle	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique, PMMA, PUR, mousse flexible PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le souffle le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 3 à 10	sec	mortes	injection	EP, PUR, ciments sur-broyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec souffle	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique…	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR armé, membranes collées	obturation locale de surface	les dimensions de la rupture d'adhérence sont à adapter au souffle
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, hydrogel ciment…	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec souffle	injection de blocage + revêtement ou pontage	mousse flexible PUR, gel mixte souple, hydrogel souple	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le souffle et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
> 10 Il s'agit ici de fractures, de lézardes…	sec	mortes	injection	ciments normaux et surbroyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau
		avec souffle	mise en place d'un joint de dilatation		ne contrarie pas les mouvements	nécessité d'une étude de la structure pour le choix du joint
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, coulis ciments normaux	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec souffle	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique /PMMA, combinaison gel + Joint + PUR ou hydrogonflants en surface	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le souffle

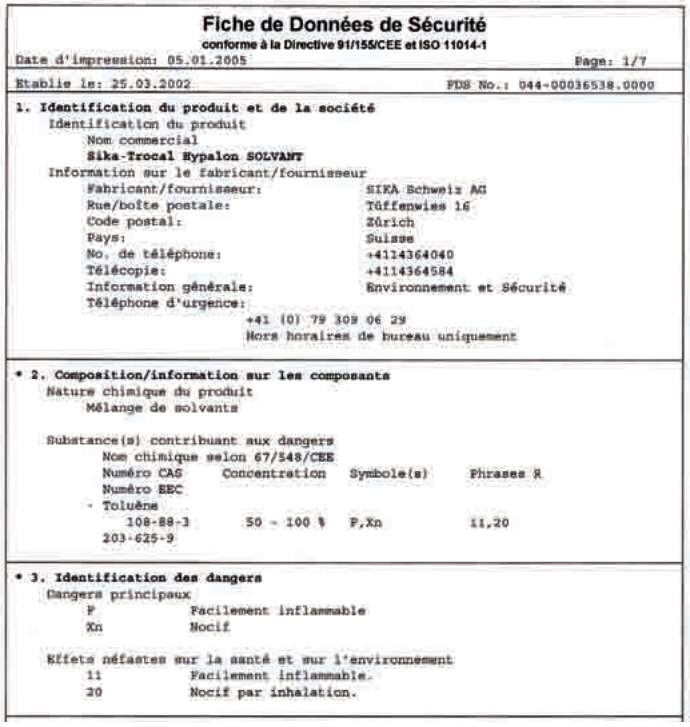
Tableau n° 4 : solutions usuelles de traitement des fissures

3.2.2.2 Critères de choix liés à la santé, la sécurité, la protection de l'environnement…

Les critères de choix doivent prendre en compte les dangers et les inconvénients pour la santé, la sécurité, l'agriculture, la nature et l'environnement, à cause de la nocivité et de la toxicité des certains composants :

- il faut choisir les produits en tenant compte des risques qu'ils présentent par l'intermédiaire de leur étiquetage et de leur fiche de données de sécurité (FDS) ;
- il faut mettre en œuvre les procédés d'application générant le moins de nuisances ;
- pour la protection du personnel, **l'entrepreneur** doit s'assurer du respect de la législation du travail en matière d'hygiène et de sécurité et lui fournir les équipements de protection individuelle (ÉPI) nécessaires ;
- pour la protection des personnes et de l'environnement, **l'entrepreneur** doit tenir compte dans le choix des produits d'injection des exigences réglementaires lors de l'utilisation des produits et lors du traitement des déchets.

Remarque : les normes de produits ne donnent, en général, aucune indication sur les précautions à prendre en matière d'hygiène et de sécurité. Il faut se reporter **aux fiches de données de sécurité (FDS) des produits qui fixent les règles à suivre et les équipements de protection individuelle (ÉPI) à utiliser. La réglementation impose la présence des fiches sur le chantier**.



Fiche de Données de Sécurité
conforme à la Directive 91/155/CEE et ISO 11014-1

Date d'impression: 05.01.2005 Page: 1/7

Etablie le: 25.03.2002 FDS No.: 044-00036538.0000

1. Identification du produit et de la société
Identification du produit
Nom commercial
Sika-Trocal Hypalon SOLVANT
Information sur le fabricant/fournisseur

Fabricant/fournisseur:	SIKA Schweiz AG
Rue/boîte postale:	Töffenwies 16
Code postal:	Zürich
Pays:	Suisse
No. de téléphone:	+4114364040
Télécopie:	+4114364584
Information générale:	Environnement et Sécurité
Téléphone d'urgence:	+41 (0) 79 309 06 29 Hors horaires de bureau uniquement

*** 2. Composition/information sur les composants**
Nature chimique du produit
Mélange de solvants

Substance(s) contribuant aux dangers

Nom chimique selon 67/548/CEE	Numéro CAS	Concentration	Symbole(s)	Phrases R
Numéro EEC				
· Toluène	108-88-3	50 - 100 %	F,Xn	11,20
	203-625-9			

*** 3. Identification des dangers**
Dangers principaux

F	Facilement inflammable
Xn	Nocif

Effets néfastes sur la santé et sur l'environnement

11	Facilement inflammable.
20	Nocif par inhalation.

Figure n° 8 : extrait d'une fiche de données de sécurité de la société SIKA

Par exemple, il est préférable pour des travaux en galeries de choisir un système de peinture polyuréthanne en phase aqueuse plutôt qu'en phase solvant.

3.2.3 CRITERES DE CHOIX SPECIFIQUES AUX PRODUITS ET SYSTEMES DE PROTECTION

3.2.3.1 Généralités

Certains produits et systèmes de protection ont **une fonction bien déterminée**. Par exemple un hydrofuge de surface est **un complément d'imperméabilisation**.

D'autres produits, tels que certains mortiers pour enduits (s'ils contiennent un hydrofuge), les peintures et les revêtements plastiques épais peuvent avoir **plusieurs fonctions combinées** : par exemple, **une fonction d'aspect et une fonction, soit de complément d'imperméabilisation, soit d'imperméabilisation**.

Les fonctions auxquelles **un produit ou un système de protection** doit répondre sont fixées par **le marché** et contrôlées, si nécessaire, par **une épreuve d'étude**[19].

Dans la suite de cet article, **pour les deux domaines du bâtiment et du génie civil, les fonctions spécifiques** sont explicitées, **les textes de référence** sont cités et l'incidence de **la normalisation européenne** est abordée.

> Dans le domaine du bâtiment

À cause des **obligations d'assurance**, les procédés pour la mise en œuvre des différents produits dans le domaine du bâtiment doivent, soit satisfaire aux dispositions des DTU, qui ont été transformés en normes depuis quelques années, soit faire l'objet **d'Avis Techniques**.

Les produits et systèmes de protection utilisés dans le domaine du bâtiment font donc l'objet **de normes de produits, de normes d'essai** ou **d'avis techniques et de DTU**, aussi bien pour la réalisation **des ouvrages neufs** que pour **la réhabilitation et les réparations**. Attention, il faut s'assurer que l'opération prévue s'inscrit bien dans **le domaine d'application** couvert par ces différents documents.

Il existe **plusieurs familles de produits et systèmes de protection** qui assurent **des fonctions spécifiques**, telles que celles listées ci-après (**des fonctions supplémentaires** ou complémentaires peuvent être exigées par **le marché** en s'inspirant **« des fonctions nouvelles »** développées dans la partie consacrée au domaine **du génie civil**) :

- **les produits et systèmes de protection des façades** s'utilisent sur des parois verticales ou faiblement inclinées sur la verticale, bien que certains produits puissent s'appliquer sur des supports dont l'inclinaison est plus importante, mais sans pouvoir descendre en dessous de 45 degrés. L'application sur des surfaces horizontales de quelques décimètres (corniches, bandeaux…) est aussi possible. Ces produits assurent **une fonction de protection contre les agressions de l'environnement** et assurent en plus **un complément d'imperméabilisation**, voire **une véritable imperméabilisation**. Certains sont compatibles avec un support fissuré ou risquant de fissurer. Ils ont également **une fonction d'aspect** ;
- **les produits et systèmes de protection des sols en béton** assurent **plusieurs fonctions à la fois : une fonction d'aspect, une fonction de protection** contre l'usure et les produits pétroliers… (par exemple, pour les sols des parcs de stationnement) ;

[19] *Les caractéristiques d'un produit normalisé, même bénéficiant d'une marque de certification ou du marquage CE, ne permettent pas toujours d'assurer les fonctions recherchées pour une structure donnée. Des essais complémentaires sont parfois nécessaires.*

- **les produits d'imprégnation** assurent **la protection de la surface des supports** (hydrofuges, minéralisateurs…). Ces produits ont **une fonction de complément d'imperméabilisation et, pour certains, d'étanchéité** ;
- **etc**.

La parution de **la nouvelle norme homologuée NF EN 1062-1** a changé la classification des revêtements. Pour pouvoir passer de la classification française visée par les DTU à cette nouvelle norme, il faut se référer à **la norme expérimentale XP T 34-722** (Peinture et vernis – Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs – Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne).

- **La norme homologuée NF EN 1062-1** fixe les propriétés et caractéristiques qui peuvent être spécifiées pour les systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs, à savoir :
  - le brillant spéculaire « Gi » qui comporte trois classes G_1 à G_3 suivant l'aspect du revêtement (brillant, satiné ou mat) ;
  - l'épaisseur du feuil sec « Ei » qui comporte 5 classes de E_1 à E_5 ;
  - la dimension maximale des grains « Si » qui comporte 4 classes de S_1 à S_4 ;
  - la perméabilité à la vapeur d'eau « Vi » qui comporte 4 classes de V_0 à V_3 ;
  - la perméabilité à l'eau liquide « Wi » qui comporte 4 classes de V_0 à V_3 ;
  - la résistance à la fissuration « Ai » qui comporte 6 classes de A_0 à A_5 ;
  - la perméabilité au dioxyde de carbone « Ci » qui comporte 2 classes : C_0 et C_1.

Cette norme ne traite ni **de la couleur, ni de l'opacité** des systèmes de revêtement. Elle ne traite pas non plus de **leur adhérence et de leur texture**, qui dépendent du subjectile.

Cette norme ne permet pas de choisir **les niveaux de performance** (classes des caractéristiques GESVWAC) à exiger pour **les systèmes de revêtement car elle** ne donne aucune indication sur les familles de produits utilisables (imprégnations hydrofuges ou lasures ou peintures …).

La norme expérimentale XP T 34-722 permet de passer de la classification française à la classification européenne et surtout de connaître **les niveaux de performances** qui peuvent être fixés pour **les différentes familles de produits, grâce au tableau 1** qui donne **le classement d'équivalence** « EVWA » déjà évoqué ci-devant pour les différents produits (les hydrofuges, les lasures, les peintures microporeuses et les revêtements de tous type). Se reporter au tableau n° 2 ci-devant du présent guide qui donne, en exemple, le cas **des revêtements d'imperméabilisation**.

Cette norme traite également **de l'adhérence des systèmes** au support en fixant des seuils en fonction du type de revêtement, qui est souple (dureté Shore ≤ 60) ou rigide (dureté Shore > 60).

Cette norme ne traite pas des valeurs à retenir pour les autres caractéristiques G, S et C. Le choix du niveau des deux caractéristiques G et S liées à l'aspect ne posent pas de problème d'application. Pour ce qui est du choix de la perméabilité au gaz carbonique « Ci », il suffit de se reporter à la norme harmonisée NF EN 1504-2 et au guide de l'AFNOR GA P 18-902 pour savoir quelle peut être l'efficacité d'un système de revêtement satisfaisant à la valeur C_1 = sD > 50 m (épaisseur de la couche d'air équivalente) et quels systèmes de revêtement peuvent satisfaire à cette classe C_1 :

- normalement, les imprégnations hydrophobes et les imprégnations ne satisfont pas aux exigences de perméabilité au dioxyde de carbone, mais il y a des exceptions. Il faut normalement avoir recours à des peintures ou à des revêtements ;

- la valeur C1 correspond au niveau de performance 1 (le plus faible) du guide de l'AFNOR (sD > 50 m). Les produits les plus efficaces du domaine du génie civil ont un sD > 300 m. Attention, dans le domaine du bâtiment, les parois doivent être respirantes (perméables à la vapeur d'eau). C'est-à-dire que le produit doit satisfaire à la classe V2 soit sD < 1,4 m

Remarque : le futur DTU 42.1 fait référence, pour le choix des produits et systèmes pour revêtements d'imperméabilité à base de polymères, aux normes européennes NF EN 1062-1 et NF EN 1504-2 et au système de classification « GESVWAC ». Il n'y aura donc plus de contradictions entre ces différents textes.

> Dans le domaine du génie civil

Remarques : *il est fait ici référence, pour les produits et systèmes de protection,* ***aux deux normes européennes****, car la norme française homologuée NF P 95-103 est en partie obsolète. La correspondance entre les terminologies est la suivante :*

Terminologie française	Terminologie de la norme NF EN 1504-2	Observations
imprégnations (hydrofuges ou non)	- imprégnations hydrofuges - imprégnations	la norme distingue deux catégories d'imprégnations.
lasures	- imprégnations	la norme classe les lasures dans les imprégnations.
peintures et revêtement	- revêtements	la norme classe les peintures et les revêtements dans le même groupe.

Tableau n° 5 : correspondances entre les terminologies françaises et européennes

Dans le cas d'ouvrages neufs, pour la mise en œuvre des produits et systèmes de protection comme les peintures, les chapes d'étanchéité, il est possible de s'appuyer sur certains fascicules **du CCTG** et des **guides techniques tels que** :

- le titre I du fascicule 67 du CCTG relatif à l'étanchéité des ponts-routes ;
- le titre III du fascicule 67 du CCTG relatif à l'étanchéité des ouvrages souterrains ;
- l'additif au fascicule 65A du CCTG relatif à l'exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint dont le chapitre 8 est consacré à la mise en peinture des bétons[20] ;
- le guide technique de 1999 du LCPC sur la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- le guide technique de 2002 du LCPC sur la protection des bétons par application de produits à la surface du parement.

Dans le cas des réparations avec mise en œuvre de produits et systèmes de protection, il fallait jusqu'à ces dernières années se rabattre sur **les guides techniques** susvisés et adapter **les CCTG**, voire d'autres documents, tels que :

- le guide technique de 1996 LCPC-SETRA, relatif au choix et à l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton ;
- le guide technique de 1999 du LCPC, relatif à la mise en peinture des bétons de génie civil du LCPC.

[20] *Il est possible de s'inspirer du récent fascicule 56 du CCTG qui traite de la protection des ouvrages métalliques contre la corrosion paru en 2004.*

Depuis, comme cela a été explicité dans l'article 1 ci-devant (Définitions – Généralités), plusieurs documents sont parus. La suite du présent article détaille les particularités de ces différents textes :

- le guide technique de 2002 du LCPC ;
- le guide de l'AFNOR GA P 18-902 de mai 2004 ;
- la norme homologuée NF EN 1062-1 d'octobre 2004 ;
- la série des normes homologuées NF EN 1504-** dont fait partie la norme harmonisée NF EN 1504-2 d'avril 2005.

■ **La norme expérimentale XP ENV 1504-9** définit dans deux tableaux :

- d'une part, **onze principes** à appliquer pour réparer et/ou protéger :
  - le béton contre les défauts qu'il présente (voir le tableau 1),
  - les armatures contre la corrosion (voir le tableau 2) ;
- d'autre part **trente-sept méthodes et techniques** de réparation ou protection (la liste n'est pas limitative) à appliquer pour satisfaire **les onze principes**.

Par exemple, pour satisfaire **le principe 1 [P1]**, qui traite de la protection contre la pénétration des agents indésirables (eau, vapeur, gaz…), il est possible de mettre en œuvre une imprégnation ou un revêtement, de remplir les fissures…

■ **La norme harmonisée NF EN 1504-10 explique comment préparer, appliquer et contrôler** la majeure partie des méthodes et techniques de réparation et de protection qui sont décrites dans la norme expérimentale susvisée et qui permettent de satisfaire aux onze principes. En effet, certaines techniques font l'objet de normes spécifiques (c'est le cas de la protection cathodique) ou ne sont pas traitées du tout (c'est le cas de la mise en œuvre d'une précontrainte additionnelle).

■ **La norme harmonisée NF EN 1504-2 ne traite que de la protection de surface du béton**. Elle fixe les performances et caractéristiques que ces familles de produits et systèmes doivent présenter pour satisfaire à cinq des onze principes cités dans la norme expérimentale XP ENV 1504-9, à savoir :

- **principe [P1]** : protection contre les risques de pénétration d'agents agressifs ;
- **principe [P2]** : contrôle de l'humidité du béton pour limiter par exemple, le risque de gel… ;
- **principe [P5]** : augmentation de la résistance du béton aux actions physiques et mécaniques ;
- **principe [P6]** : augmentation de la résistance du béton aux produits chimiques ;
- **principe [P8]** : augmentation de la résistivité du béton pour diminuer les risques de corrosion des armatures.

Les familles de produits et systèmes de protection visés par la norme sont **au nombre de trois** :

- les imprégnations hydrophobes [H] ;
- les imprégnations [I] ;
- les revêtements [C].

Cette norme harmonisée fixe aussi, pour chacune des familles de produits et systèmes de protection de surface, **les méthodes d'essai et les niveaux de performances à obtenir**. Elle traite en plus de la libération de substances dangereuses et de la réaction au feu des systèmes.

Cette norme traite, enfin, **des essais d'identification** (cf. tableau 2 de cette norme), de l'organisation du contrôle en usine des familles de produits et systèmes de protection pour béton, **des exigences de l'annexe ZA**, des systèmes d'attestation de conformité et **du marquage CE**…

Le tableau 1 de cette norme relatif aux performances des produits et systèmes de protection, sous réserve d'un examen attentif, délimite parfaitement le domaine d'emploi des différentes familles (H, I et C). Cependant, le tableau 3 de cette norme ne donne aucune indication sur le choix des niveaux de performance (par exemple, pour les imprégnations, trois classes de perméabilité à la vapeur d'eau s'offrent en choix, laquelle retenir ?).

En conclusion, l'utilisation de cette norme très complète mais assez ésotérique n'est pas évidente d'application. Il est donc utile de se reporter au **guide de l'AFNOR GA P 18-902** qui **explicite comment appliquer la norme européenne harmonisée NF EN 1504-2 aux ouvrages de génie civil**. Ce guide fait également la liaison avec **la norme homologuée NF EN 1062-1** (par exemple, pour la perméabilité à la vapeur d'eau, il relie les classes Vi avec les classes S_D).

Ce guide d'application se base sur **la fonction** attendue d'un produit ou d'un système de protection et fixe **la ou les caractéristiques de ce produit ou système** qui permettent d'en vérifier l'aptitude à remplir la dite fonction (les caractéristiques fixées correspondent à celles de la norme européenne).

Le guide a ajouté **deux fonctions complémentaires** non visées par la norme européenne (la résistance au nettoyage et à l'eau sous pression). Il donne également **deux niveaux de performance recommandés pour les différentes caractéristiques** (niveau 1 le moins élevé ou niveau 2 le plus élevé).

Nota : *le rédacteur* ***d'un marché*** *pour l'application de produits et systèmes de protection se doit d'analyser avec attention le guide de l'AFNOR ainsi que les normes homologuée NF EN 1504-2, NF EN 1062-1 et la norme expérimentale XP T 34-722.*

Remarque : le terme revêtement visé dans le guide de l'AFNOR s'applique lorsque l'épaisseur du produit en place est normalement comprise entre **300 µm et 3 mm**. Les normes européennes envisagent des épaisseurs supérieures. La mise en œuvre de revêtements dépassant les 3 mm d'épaisseur impose d'adapter les clauses du guide d'application.

Ce guide d'application vise les constructions de génie civil suivantes (liste non limitative) :

- les ponts, viaducs et passerelles ;
- les tunnels ;
- les trémies et tranchées couvertes ;
- les murs de soutènement ;
- les phares ;
- les châteaux d'eau à l'exclusion des cuvelages ;
- les ouvrages maritimes et fluviaux (parties émergées ou dans la zone de marnage uniquement)…

Ce guide d'application classe les fonctions en trois types :

- **la fonction principale de base** que doivent présenter **tous les produits et systèmes de protection**, sans séparer les différentes familles de produits (les imprégnations, les lasures, les peintures…). **Cette fonction** a pour objet de ralentir ou d'empêcher la pénétration des agents agressifs, sous forme liquide ou gazeuse, agents qui sont responsables de la corrosion des armatures ;
- **des fonctions principales optionnelles** que doivent présenter certains produits et systèmes de protection afin d'empêcher des dégradations telles que l'écaillage du béton sous les effets du gel/dégel ;

- **des fonctions optionnelles complémentaires**, comme la facilité d'entretien (résistance au lavage)…

Ces trois types de fonctions recouvrent au total **sept fonctions. Les autres fonctions**, comme **celles d'aspect** avant et après vieillissement (caractéristiques et écart colorimétriques), font déjà l'objet de normes depuis de nombreuses années (se reporter par exemple **au guide technique de 1999 du LCPC** sur la mise en peinture des bétons de génie civil). Ces sept fonctions figurent dans le tableau n° 6 qui suit.

N°	Type de fonction	Fonction	Essais de qualification	Observations
1	Fonction principale de base.	protection contre l'eau, la vapeur d'eau et le gaz carbonique (principaux facteurs de corrosion).	a) perméabilité au CO2 (SD). b) perméabilité à la vapeur d'eau (SD). c) absorption capillaire et perméabilité à l'eau liquide (w). d) adhérence au support et compatibilité thermique - vieillissement climatique et adhérence au support. e) résistance chimique. f) résistance minimale à la fissuration.	b) trois sous-classes ont été ajoutées. d) et f) concernent les revêtements d'épaisseur ≥ 300µm. (l'essai f) concerne tous les revêtements).
2	Fonctions principales optionnelles.	a) protection contre l'eau, la vapeur d'eau et le gaz carbonique (principaux facteurs de corrosion).	l'essai d'absorption capillaire et de perméabilité à l'eau de la fonction principale de base suffit si w ≤ 0,01.	
		b) protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel avec ou sans fondants routiers (sels).	application des cycles de gel/dégel. Les résultats sont appréciés par un examen visuel et un essai d'adhérence.	la protection contre le gel interne ne peut être obtenue que par une formulation du béton adaptée.
		c) résistance à la fissuration après un essai vieillissement.	l'essai de fissuration est effectué à –10°C après un essai de vieillissement artificiel de 2000 h.	cas où le produit de protection doit présenter une résistance spécifique à la fissuration.
		d) protection contre les gonflements internes du béton.	l'essai de fissuration est effectué après un essai de vieillissement artificiel comme ci-dessus.	traitement des bétons atteints par une alcali-réaction ou une attaque sulfatique interne.
3	Fonctions optionnelles supplémentaires. (ne relèvent pas de la norme NF EN 1504-2).	a) résistance au nettoyage à l'eau sous pression.	après l'essai, pas de traces de décollements, d'usure et résistance à l'essai d'adhérence assurée.	propriété importante pour les parties d'ouvrage revêtues comme les parois des tunnels…
		b) résistance aux pressions d'eau.	l'essai doit montrer une absence d'écoulement sous une pression d'eau de 2 MPa.	

Tableau n° 6 : les différentes fonctions des produits et systèmes de protection des bétons

Le guide de l'AFNOR GA P 18-902 ne donne aucune information sur **l'efficacité des différentes familles de produits et systèmes de protection** pour remplir les différentes fonctions susvisées. Il faut se reporter **au tableau de la page 51** du guide technique de 2002 du LCPC pour trouver une réponse pertinente.

Il est rappelé que la norme européenne harmonisée NF EN 1504-2 traite également **d'autres fonctions** qui sont à exiger, si nécessaire. Il en est ainsi :

- **du dégagement de substances dangereuses** (pendant leur application, durant leur durée de vie, au cours d'un incendie, lors de leur destruction…) ;
- **de la réaction au feu :** par exemple, les produits et systèmes de protection, pour leur application dans les **tunnels**[21], doivent respecter législation française :
  - les matériaux situés en plafond doivent être classés M0,
  - les matériaux situés sur les parois latérales doivent être classés M1 sous réserve de ne pouvoir propager le feu.

La réglementation française en matière de comportement au feu des produits s'est adaptée au dispositif européen harmonisé compte tenu des **six exigences essentielles** de « la Directive EU Produits de Construction », dont celle concernant **la tenue au feu** des éléments porteurs d'un ouvrage. Se reporter aux textes réglementaires en vigueur sur la tenue au feu (arrêtés du 21 novembre 2002 et du 22 mars 2004 publiés aux journaux officiels du 31 décembre 2002

[21] *Se reporter à la circulaire n° 2000-63 du 25 août 2000 qui s'applique aussi aux tranchées couvertes, couvertures partielles…*

et du 1er avril 2004). Les classes françaises M0, M1, M2, M3 et M4 sont remplacées par les classes européennes du tableau ci-dessous (l'indice FL s'applique aux planchers [floor]).

Produits	Classes	Planchers
Peu ou très peu combustibles	A1 et A2	A1FL et A2FL
Combustibles mais dont la contribution à un embrasement généralisé est très limitée, limitée ou significative	B, C et D	BFL, CFL et DFL
Combustibles et dont la contribution à un embrasement généralisé est très importante	E et F	EFL et FFL

Tableau n° 7 : les classes européennes de tenue au feu

Bien entendu, il appartient **au maître d'ouvrage**, pour un ouvrage donné, de fixer, dans le cadre **du marché**, ses exigences en matière de réaction au feu.

3.2.3.2 Composition et classification des familles de produits et systèmes de protection du béton

La protection d'un béton peut être assurée par différentes familles de produits et systèmes de protection (peintures, lasures, revêtements à base de liants organiques ou de liants hydrauliques…). Il a été jugé utile de fournir ci-après **les compositions et les diverses classifications des principaux produits et systèmes de protection**.

3.2.3.2.1 Composition des produits et systèmes de protection des bétons

> Les peintures sont constituées :

- d'un liant qui peut être, par exemple, acrylique, époxydique, polyuréthanne… ;
- de charges qui apportent certaines propriétés, comme la résistance à l'abrasion ;
- de pigments qui apportent la couleur… ;
- d'un solvant ou d'eau appelés « les véhicules ». Suivant le cas, la peinture est dite en phase solvant ou en phase aqueuse ;
- d'additifs, par exemple pour assurer la thixotropie du produit.

Les lasures sont des peintures dans lesquelles la part représentée par « le véhicule » est très importante.

Remarque : suivant son type (nature du liant), sa composition et son épaisseur, un film de peinture peut présenter, outre une fonction d'aspect, d'autres propriétés comme l'imperméabilité, une protection contre la carbonatation, la pénétration des chlorures… et également une durabilité plus ou moins grande.

> Les revêtements plastiques semi-épais (RPSE) et épais (RPE) sont constitués :

- d'un liant, qui peut être à base des deux sortes de liants suivantes : les acryliques ou les vinyliques,
- de charges qui apportent certaines propriétés, comme la résistance à l'abrasion ;
- de pigments qui apportent la couleur… ;
- d'un solvant ou d'eau qui sont appelés « les véhicules ». Suivant le cas, le revêtement est dit en phase solvant ou en phase aqueuse ;
- d'additifs, par exemple pour assurer la thixotropie du produit.

Ils se présentent sous forme **de systèmes** adaptés aux supports fissurés ou non avec ou sans armature.

3.2.3.2.2 Classification des produits et systèmes de protection du béton

- **Classification des peintures, des vernis et des produits connexes** (cet extrait de la norme homologuée NF T 36-005 a été limité aux seuls produits et systèmes de protection du béton. Ce texte concerne les domaines du bâtiment et du génie civil). **Cette classification (famille et classe) est fondée sur la nature du liant principal**. Elle ne fournit pas **les fonctions**.

Famille	Désignation	Classe	Subdivision – Liant principal	Observations
I	Peintures et vernis	1	Peintures à l'eau : b) peintures silicatées	
		4	Alkydes a) séchage à l'air b) séchage au four	
		6	Polyesters et polyéthers : a) polyuréthannes b) époxydiques…	
		7	Vinyliques, acryliques et copolymères : a) vinyliques : a1) en phase solvant a2) en phase aqueuse b) acryliques et copolymères : b1) en phase solvant b2) en phase aqueuse c) peintures primaires réactives d) copolymères acryliques	Une peinture réactive est une peinture bicomposants (par exemple une peinture latex-ciment)
		8	Élastomères : a) caoutchoucs chlorés…	
		9	Résines à base de produits bitumineux : a) bitume naturel b) brai de houille c) bitume de pétrole d) brai modifié aux résines synthétiques	**Par exemple :** brai époxyde, brai polyuréthanne, brai vinyliques. **Les brais** sont riches en hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA), **qui ont une action carcinogène sur la peau et les voies respiratoires**. Se reporter à la recommandation R 278 de la CNAM aux entreprises du bâtiment et des travaux-publics du 9 juillet 1986.
		10	Autres liants : b) silicates : b1) minéraux b2) organiques c) résines de silicone	
II	Revêtements plastiques épais	1	Vinyliques : a) en phase solvant b) en phase aqueuse	Visés par la norme NF T 30-700 remplacée par la norme NF EN 1062-1
		2	Acryliques et copolymères : a) en phase solvant b) en phase aqueuse	
		3	Autres	
IV	Mastics et autres enduits	4	Enduits extérieurs de peinture : a) en phase solvant b) en phase aqueuse	
V	Produits bitumineux	1	Enduits et mastics applicables à froid : a) bitume naturel b) brai de houille c) bitume de pétrole d) brai modifié aux résines synthétiques	
		2	Enduits, mastics et autres produits applicables à chaud : a) bitume naturel b) brai de houille c) bitume de pétrole d) brai modifié aux résines synthétiques	Température > 30°C

Tableau n° 8 : la classification française des peintures, des vernis et produits connexes

■ Classification des produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs en fonction de leur composition (extrait du fascicule de documentation FD T 30-808, qui est **un guide informatif** relatif aux produits et systèmes de peintures pour façades – revêtements minéraux et organiques. Ce texte fait référence à une version ancienne[22] de la norme homologuée NF EN 1062-1 et vise principalement le domaine du bâtiment, même si les produits peuvent être utilisés en génie civil.

Classification des produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs

Produits de peinture pour revêtements minéraux	Composition	Famille et classe (NF T 36-005) et remarques
Produits de peinture silicate à un composant	Solution aqueuse de silicate de potassium et de pigments compatibles avec moins de 5 % en masse de composés organiques	Famille I classe 1b1
Produits de peinture silicate à deux composants	À base de silicate de potassium et de pigments compatibles avec moins de 5 % en masse de composés organiques	Famille I classe 1b2
Produits de peinture prêts à l'emploi à base de chaux éteinte	(NF P 15-311 et 15-312) avec moins de 5 % en masse de produits organiques.	Famille I classe 1c (nouvelle classe). La NF P 15-312 a été abrogée L'exécution de badigeons à la chaux relève de la norme NF P 15-201 (DTU 26.1) et non du DTU 59.1
Produits de peinture pour revêtements organiques comportant un liant silicone	**Composition**	**Famille et classe (NF T36-005) et remarques**
Produits de peinture silicone	Liant siloxane en phase aqueuse et autre(s) liant(s) avec une teneur en liant siloxane > 40 %	Famille I classe 10c ou Famille II classe 3
	Liant silicone associé à un liant organique et/ou minéral avec une teneur en liant silicone > 40 %	Ces produits sont à classer en fonction du liant majoritaire
Produits de peinture pour revêtements organo-silicatés ou organo-chaulés	**Composition**	**Famille et classe (NF T36-005) et remarques**
Produits de peinture pour revêtements organo-silicaté	Produits dont le liant majoritaire est un silicate avec moins de 5 % en masse de composés organiques	Famille I classe 1 d1
Produits de peinture pour revêtements organo-chaulé	Produits dont le liant majoritaire est de la chaux avec moins de 5 % en masse de composés organiques	Famille I classe 1 d2
Produits de peinture pour revêtements organiques à base de liants acrylique, vinylique, etc.	**Composition**	**Famille et classe (NF T36-005) et remarques**
	Liants divers et variés	Famille I classe 6 à 8/a à d[23] ou Famille II classe 1 ou 2/a ou b
Produits de revêtements	**Normes de spécifications**	**Observations**
Peintures microporeuses	NF T 30-804	Ces trois normes ont été remplacées par la norme NF EN 1062-1
Revêtements plastiques épais	NF T 30-700 (la norme s'applique aussi aux revêtements minéraux visés plus haut dans le tableau)	
Revêtements plastiques semi-épais	NF T 34-720 (> 700g/m² soit entre 200 et 400 µm) (la norme s'applique aussi aux revêtements minéraux visés plus haut dans le tableau)	

Tableau n° 9 : la classification française des produits de peintures et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs

■ **Classification des produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs** en fonction de **leurs performances** (extrait de la norme homologuée NF EN 1062-1). Cette norme vise principalement le domaine du bâtiment mais n'est pas limitée à celui-ci.

[22] ce guide vise la norme expérimentale XP P 84-403, qui a été remplacée par la norme homologuée NF EN 1062-1 en 2004.
[23] la norme vise aussi les classes 2, 3 et 5 de la famille peintures et vernis.

Cette norme précise que **le type chimique du liant** doit être indiqué (résine acrylique, résine alkyde, bitume, ciment…) et donne les propriétés et caractéristiques des systèmes de revêtements pour béton et maçonnerie du tableau ci-après. **Le code d'identification** du produit, qui doit au moins figurer sur **sa fiche descriptive**, doit renseigner sur **les classes des caractéristiques** (rappel : cette norme ne donne pas, pour une application donnée, le niveau de performance [classe] à exiger).

Propriétés et caractéristiques	Valeurs	Normes de référence	Observations
Brillant séculaire	G1 (brillant), G2 (satiné) et G3 (mat)	NF EN ISO 2813	
Épaisseur du feuil sec (µm)	$E_1 \leq 50$ $50 < E_2 \leq 100$ $100 < E_3 \leq 200$ $200 < E_4 \leq 400$ $E_5 > 400$	ISO 3233 (mesure de NV teneur en matière non volatile)	La norme donne une formule pour le calcul de E.
Dimension maximale des grains (µm)	S_1 fine < 100 S_2 moyenne < 300 S_3 grosse <1500 S_4 très grosse > 1500	NF EN ISO 1524 (pour S_1), ISO 787-7 ou NF EN ISO 787-18 (pour S_2 à S_4)	
Perméabilité à la vapeur d'eau (g/m²/j ou en m [1])	Aucune exigence V_0 Grande : V_1 > 150 ou < 0,14 m Moyenne : $15 < V_2 \leq 150$ ou $0,14\ m \leq V_2 < 1,4\ m$ Faible : $V_3 \leq 15$ ou $\geq 1,4$ m	NF EN ISO 7783-2	Mesure : en g/m² et en [1] épaisseur de la couche d'air équivalente exprimée en mètres
Perméabilité à l'eau liquide (kg/(m².h0,5))	Aucune exigence W_0 Grande : W_1 >0,5 Moyenne : $0,1 < W_2 \leq 0,5$ Faible : $W_3 \leq 0,1$	NF EN1062-3	
Résistance à la fissuration (A en µm)	Aucune exigence A_0 A_1 >100 A_2 > 250 A_3 > 500 A_4 > 1250 A_5 > 2500	NF EN 1062-7	A_2 et A_5 imposent une vitesse d'essai de 0,05 mm/min – A_4 et A_5 de 0,5 mm/min. La température d'essai pour A_1 est de 23°C et de –10°C pour A_2 à A_5 (**des températures plus basses** peuvent être fixées)
Perméabilité au dioxyde de carbone (g/m²/j ou m [2])	Aucune exigence C_0 $C_1 < 5$ ou > 50 m	NF EN 1062-6	[2] épaisseur de la couche d'air équivalente en mètres

Tableau n° 10 : la classification européenne des produits de peintures et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs

Le tableau ci-dessus montre que cette norme **n'explique pas comment fixer les niveaux de performance (classes) à exiger d'un produit ou d'un système de protection**. Les guides d'application sont fort utiles pour le faire, comme le montre le tableau ci-après extrait de la norme expérimentale XP T 34-722.

Type de revêtement	Classes liées à la norme abrogée XP P 84-403	Classement européen lié au projet de norme EN 1062-1			
		Épaisseur Ei	Perméabilité à la vapeur d'eau Vi	Perméabilité à l'eau Wi	Résistance à la fissuration Ai
Hydrofuge	D1	E_1	V_2	W_2	A_0
Lasure pour béton	D1	E_2	V_2	W_1	A_0
Peintures microporeuses (NF T 30-804)	D2	E_3	V_2	W_1	A_0
Revêtements RPE (NF T 30-700)	D3	E_5	V_2	W_2	A_0
Revêtements semi-épais (NF T 34-720)	D3	E_4	V_2	W_2	A_1
Revêtements d'imperméabilité (NF P 84-403)	I1 I2 I3 I4	E_4 E_4 E_5 E_5	V_2 V_2 V_2 V_2	W_2 W_2 W_2 W_2	A_2 A_3 A_4 A_5

Tableau n° 11 : relations entre les produits et leurs niveaux de performance potentiels

Attention, dans ce tableau, toutes les normes françaises référencées ont été abrogées et remplacées par la norme homologuée NF EN 1062-1.

Le résumé de la norme expérimentale **abrogée XP P 84-403** ci-après permet de mieux comprendre **le passage de la classification française à la classification européenne**. Les normes NF T 30-700, NF T 34-720 et XP P 84-402 ont également été abrogées.

Article 4 : Maintien de l'aspect, décoration

Classe D1 : le revêtement permet de maintenir l'aspect d'origine du parement de la façade ou de lui donner un aspect peu différent (les critères n'étaient pas fixés).

Classe D2 : le revêtement a une fonction décorative. Sont classés D2 tous les revêtements satisfaisants aux critères de la norme NF T 30-804.

Classe D3 : le revêtement apporte une protection superficielle de nature à masquer le faïençage du support. Sont classés D3 tous les revêtements satisfaisant aux critères de la norme NF T 30-700 ou T 34-720.

Article 5 Imperméabilité

Tous les revêtements doivent satisfaire aux exigences suivantes :

a) Indice de perméance à la vapeur d'eau : I = 40 g/m².24 h selon la norme XP P 84-402 paragraphe 3.4.2 ;

b) Absence de cloquage selon la norme XP P 84-402 paragraphe 3.4.3 ;

c) Imperméable à l'eau pendant 7 jours lors de l'essai selon la norme XP P 84-402 chapitre 3.5.

La classification Ii est obtenue après essais d'allongement à la fissuration progressive avant et après cycles de vieillissement et aux températures de 23°C et –10°C sur trois éprouvettes.

Classe Ii	Propriétés	Moyenne des résultats et valeur minimale (mm)
I1	Revêtement s'accommodant de la microfissuration existante du support	≥ 0,3 mm (0,2 mm)
I2	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 0,5 mm	≥ 0,7mm (0,5 mm)
I3	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 1 mm	≥ 1,3 mm (1mm)
I4	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 2 mm	≥ 2,5 mm (2 mm)

■ **Classification des produits et systèmes de protection de surface pour le béton en fonction de leurs performances** (extrait de la norme européenne harmonisée NF EN 1504-2). Cette norme vise les domaines du bâtiment et du génie civil pour les ouvrages neufs et à réparer ou protéger.

Le tableau n° 12 ci-après est un extrait partiel **du tableau 5** de la norme européenne. Il est relatif **aux seuls revêtements** et reproduit les caractéristiques de performances communes à toutes les utilisations prévues et à certaines des autres utilisations pour satisfaire uniquement **la fonction de protection contre les risques de pénétration. Le tableau 5 au complet** de la norme porte au total sur **25 caractéristiques** (se reporter au texte de la norme pour découvrir la totalité des méthodes d'essai).

Caractéristiques communes

Autres caractéristiques

Numéros des méthodes d'essai (tableau 1 de la norme)	Caractéristiques de performances	Méthodes d'essai (normes de référence)	Prescriptions
6	Perméabilité au dioxyde de carbone (CO_2)	NF EN 1062-6	Perméabilité au CO2 s_D > 50 m
7	Perméabilité à la vapeur d'eau	NF EN ISO 7783-1 NF EN ISO 7783-2	Classe 1 : s_D < 5 m (perméable à la vapeur d'eau) Classe 2 : 5 m ≤ s_D < 50 m Classe 3 : s_D > 50 m (imperméable à la vapeur d'eau)
8	Absorption capillaire et perméabilité à l'eau	NF EN 1062-3	W < 0,1 kg/m².h^{0,5}
9	Adhérence après compatibilité thermique : **Pour application extérieure avec influence de sels de déverglaçage :** cycle de gel/dégel avec immersion de sels de déverglaçage + ondée orageuse **Pour application extérieure sans sels de déverglaçage :** cycle thermique sans sels de déverglaçage **Pour application intérieure :** vieillissement de 7 jours à 70°C	NF EN 13687-1 NF EN 1387-2 NF EN 13687-3 NF EN 1062-11	**Après le cycle thermique :** a) pas de bulles, fissures ni délamination b) essai d'arrachement : Moyenne (valeur minimale) en MPa ou N/mm²
			Systèmes flexibles / Systèmes rigides(*)
			sans trafic : ≥ 0,8 (0,5) / ≥ 1,0 (0,7)
			avec trafic : ≥ 1,5 (1,0) / ≥ 2,0 (1,5)
15	Essai d'arrachement (substrat de référence MC (0,40) selon NF EN 1766) avec une conservation de : - 28 jours pour les systèmes à un composant, contenant du ciment et les systèmes PCC ; - 7 jours pour les systèmes réactifs à base de résines	NF EN 1542	Moyenne (valeur minimale) en MPa ou N/mm²
			Systèmes flexibles / Systèmes rigides(*)
			sans trafic : ≥ 0,8 (0,5) / ≥ 1,0 (0,7)
			avec trafic : ≥ 1,5 (1,0) / ≥ 2,0 (1,5)
16	Réaction au feu après application	NF EN 13501-1	Classes européennes (définies ci-devant)
25	Diffusion des chlorures	En fonction des normes et de réglementations nationales	Si l'absorption d'eau des capillaires est w < 0,01 kg/m².h^{0,5}, il ne faut pas s'attendre à ce qu'il y ait une diffusion des chlorures

Tableau n° 12 : prescriptions de performances pour les revêtements (extrait partiel du tableau n° 5 de la norme harmonisée NF EN 1504-2)

(*) Nota : un revêtement est rigide si sa dureté Shore est ≥ 60.

Le tableau n° 12 ci-dessus montre bien que **cette norme harmonisée NF EN 1504-2 n'explique pas comment fixer les niveaux de performance (classes) à exiger d'un produit ou d'un système de protection**. Les guides d'application sont fort utiles pour le faire, comme le tableau n° 13 ci-après le montre (tableau extrait du guide d'application de l'AFNOR GA P18-902). Il faut, en plus, consulter le guide technique de 2002 du LCPC.

N°	Type de fonction	Fonction	Niveau de performance 1	Niveau de performance 2
1	Fonction principale de base.	Perméabilité au gaz carbonique (CO2) mesurée conformément à la norme NF EN 1062-6.	Épaisseur d'air équivalente s_D > 50 m.	Épaisseur d'air équivalente s_D > 300 m.
		Perméabilité à la vapeur d'eau mesurée conformément aux normes NF EN ISO 7783-1 et 7783-2 (par exemple, si la teneur en eau du béton est élevée, son évacuation est nécessaire).	- perméable : s_D < 5 m, - inerte : 5 m ≤ s_D ≤ 50 m, - imperméable : s_D > 50 m.	- perméable : s_D < 5 m, - inerte : 5 m ≤ s_D ≤ 50 m, - imperméable : s_D > 50 m.
		Absorption capillaire et perméabilité à l'eau liquide (w). Cet essai est effectué conformément à la norme NF EN 1062-3.	w ≤ 0,1 kg/m² x h^{0,5}.	w ≤ 0,01 kg/m² x h^{0,5}.

N°	Type de fonction	Fonction	Niveau de performance 1	Niveau de performance 2
1	Fonction principale de base.	(1) adhérence au support par traction directe (NF EN 1542) et compatibilité thermique (application d'un cycle thermique avant l'essai de traction) : - application extérieure avec sels : cycle gel/dégel avec sel (NF EN 13687-1), cycle pluie et choc thermique (NF EN 13687-2). - application extérieure sans sels : cycle thermique sans sel (NF EN 13687-3). - application intérieure : vieillissement à 70°C durant 7 jours conformément à la norme NF EN 1062-11.	(2) - absence de cloquage, de fissuration et de décollement. - résistance à la traction directe (MPa) : Revêtement souple sans trafic : $\sigma_{moy} \geq 0,8$ et $\sigma_{min} \geq 0,5$. Revêtement rigide sans trafic (*) : $\sigma_{moy} \geq 1,0$ et $\sigma_{min} \geq 0,7$. Revêtement souple avec trafic : $\sigma_{moy} \geq 1,5$ et $\sigma_{min} \geq 1,0$. Revêtement rigide avec trafic (*) : $\sigma_{moy} \geq 2,0$ et $\sigma_{min} \geq 1,5$.	(3) - absence de cloquage, de fissuration et de décollement. - résistance à la traction directe (MPa) : ≥ 1,5 (dans tous les cas). (*) Nota : un revêtement est rigide si sa dureté Shore est > 60.
		Vieillissement climatique artificiel et adhérence au support par traction directe (NF EN 1542). Le vieillissement climatique artificiel est réalisé conformément à la norme NF EN 1062-11 (4).	après 2000 h de vieillissement, pas : - de cloquage (NF EN ISO 4628-2), - de fissuration (NF EN ISO 4628-4), - d'écaillage (NF EN ISO 4628-5). **Admis :** léger changement de couleur, ou légère perte de brillance ou léger farinage. - essai par traction directe (MPa) : Revêtement souple sans trafic : $\sigma_{moy} \geq 0,8$ et $\sigma_{min} \geq 0,5$. Revêtement rigide sans trafic (*) : $\sigma_{moy} \geq 1,0$ et $\sigma_{min} \geq 0,7$. Revêtement souple avec trafic : $\sigma_{moy} \geq 1,5$ et $\sigma_{min} \geq 1,0$. Revêtement rigide avec trafic (*) : $\sigma_{moy} \geq 2,0$ et $\sigma_{min} \geq 1,5$.	après 2000 h de vieillissement, pas : - de cloquage (NF EN ISO 4628-2), - de fissuration (NF EN ISO 4628-4), - d'écaillage (NF EN ISO 4628-5). **Admis :** léger changement de couleur, ou légère perte de brillance ou léger farinage. - essai par traction directe (MPa) : $\sigma \geq 1,5$ (dans tous les cas). (*) Nota : un revêtement est rigide si sa dureté Shore est $\sigma \geq 60$.
		Résistance chimique aux différents environnements de la norme NF EN 206-1[24] en conformité avec la norme NF EN 1504-2. L'essai effectué (NF EN ISO 2812-1) est analogue à l'essai de cloquage.	Absence de défaut après 30 jours d'exposition.	Absence de défaut après 30 jours d'exposition.
		Résistance minimale à la fissuration attendue pour tous les produits et systèmes de protection, c'est-à-dire la mesure de l'aptitude du produit à ponter ici des fissures fines. Cet essai est réalisé conformément à la norme pr EN 1062-7. **Nota :** la norme NF EN 1504-2 traite aussi d'un essai dynamique et six classes d'ouvertures de fissures B1, B2, B3.1, B3.2, B4.1 et B4.2.	Essai en statique réalisé à 23°C. Le produit doit satisfaire à la classe $A_1 > 0,1$ mm. Il y 5 classe de A_1 (0,1 mm) à A_5 (2,5 mm) dans la norme NF EN 1504-2 selon l'ouverture de la fissure à ponter.	Essai en statique réalisé à 23°C. Le produit doit satisfaire à la classe $A_1 > 0,1$ mm. Il y 5 classe de A_1 à A_5 dans la norme NF EN 1504-2 selon l'ouverture de la fissure à ponter.
2	Fonctions principales optionnelles.	e) protection contre la pénétration des chlorures (facteur de corrosion supplémentaire). Il n'existe pas d'essai de diffusion des chlorures reconnu.	Il est admis que la protection est assurée lorsque le résultat de l'essai d'absorption capillaire et de perméabilité est suffisamment élevé (si $w < 0,01$ kg/m².h^{0,5})	
		f) protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel avec ou sans fondants routiers (sels). Cet essai est basé sur la norme NF EN 13687-1. Il comporte 50 cycles de gel/dégel avec immersion dans l'eau salée. Voir la cellule (1) ci-dessus.	Voir la cellule (2).	Voir la cellule (3).
		g) résistance à la fissuration après un essai vieillissement. L'essai statique (5 classes) de la norme NF EN 1504-2 mesure l'aptitude du produit à ponter les fissures. Il est effectué à –10°C après un essai de vieillissement artificiel de 2000 h suivant la norme NF EN 1062-11. Voir la cellule (4).	Classe $A_3 > 0,5$ mm.	Classe $A_5 > 2,5$ mm. **Nota :** l'essai dynamique (6 classes) peut être utilisé pour sélectionner des produits nécessaires à des applications particulières.
		h) protection contre les gonflements internes du béton. Elle est basée sur la résistance à la fissuration du produit dans un essai statique à –10°C après un essai de vieillissement 2000 h. Ces essais sont décrits dans la cellule ci-dessus.	Classe $A_5 > 2,5$ mm. Il est envisageable de réaliser un essai de gonflement résiduel basé sur la norme NF P 18-454 interprété selon le fascicule de documentation FD P 18-456 (le guide du LCPC fait référence à la norme NF P 18-587 abrogée).	

[24] Il s'agit des classes d'environnement XA1 à XA3 (attaques chimiques se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface ou souterraines)

N°	Type de fonction	Fonction	Niveau de performance 1	Niveau de performance 2
3	Fonctions optionnelles supplémentaires. (ne relèvent pas de la norme NF EN 1504-2).	c) résistance au nettoyage à l'eau sous pression basée sur la norme NF T 30-304.	Absence de décollement, d'usure et résistance à l'essai d'adhérence.	
		d) résistance aux pressions d'eau basée sur la norme XP P 18-855 avec une éprouvette en béton conforme à la norme NF EN 1766 (E/C = 0,70).	Pas d'écoulement d'eau sous une pression d'eau de 2 MPa.	

Tableau n° 13 : choix du niveau de performance d'un revêtement suivant les fonctions recherchées d'après le guide GA P 18-902

■ **Classification des mortiers pour revêtements à base de liants hydrauliques** (ces mortiers peuvent être utilisés en travaux neufs comme en réparation).

mortiers	Normes et DTU	Observations
Enduits de dressement sur parois en béton	Préparés et exécutés suivant le chapitre 6 de la norme NF P 15-201 (DTU 26.1) en une seule couche. Ces enduits sont mis en œuvre **pour rattraper les inégalités de surface** des parois en béton et, soit servir **d'enduit de finition**, soit assurer l'adhérence **à l'enduit de finition.**	**Enduits de finition :** 1- mortier décoratif prêt à l'emploi ; 2- mortier décoratif fabriqué sur le chantier ; 3- enduit d'imperméabilisation de façade faisant l'objet d'un avis technique ; 4- revêtement à base de polymères RPE et RPSE.
Enduits décoratifs sur béton brut	Si l'état du support ne nécessite pas d'enduit de dressement.	**Enduits de finition :** 5- mortier décoratif prêt à l'emploi ; 6- mortier décoratif fabriqué sur le chantier ; 7- enduit d'imperméabilisation de façade faisant l'objet d'un avis technique ; 8- revêtement à base de polymères RPE et RPSE.
Enduits aux mortiers de ciments, de chaux (dits traditionnels) des murs en maçonnerie en élévation	Préparés et exécutés suivant le chapitre 5 de la norme NF P 15-201 (DTU 26.1) en plusieurs couches. **Enduit en trois couches :** - gobetis ou accrochage - corps d'enduit - couche de finition **Enduit en deux couches :** - 1ère couche dressée non talochée - 2ème couche - voire couche décorative en plus	Ces enduits ont **une fonction d'imperméabilisation** vis-à-vis de l'eau de pluie sauf en cas de fissuration du support (ils n'ont pas **une fonction d'étanchéité**)
	Couche de finition en mortier ordinaire dans le cas des enduits en trois couches	Renforce la fonction d'imperméabilisation du corps d'enduit (la seconde couche)
	Couche de finition **décorative** fabriquée sur le chantier	Cette couche peut avoir aussi une fonction d'imperméabilisation par ajout d'un hydrofuge.
COUCHE DE FINITION DÉCORATIVE PRÊTE À L'EMPLOI	Relève de la procédure des avis techniques	Cette couche a le plus souvent une fonction d'imperméabilisation
Enduits des parties enterrées	Enduit en deux couches dont le mortier est fortement dosé en liant, préparé et exécuté suivant la norme NF P 15-201 (DTU 26.1). Voir aussi la norme expérimentale XP P 10-202 (DTU 20.1)	Un revêtement de protection est à ajouter comme complément d'imperméabilisation : - revêtement bitumineux extérieur seulement - revêtement minéralisateur extérieur ou intérieur en couche mince (2 à 3 mm) (1) - revêtement à base de liants hydrauliques modifiés en couche mince (2 à 3 mm) extérieur ou intérieur (1) - revêtement à base de liants hydrauliques modifiés en couche épaisse (> 5 mm) extérieur ou intérieur (1) (1) *utilisables en réparation par l'intérieur* En cas de présence d'eau sous pression, il faut réaliser une véritable étanchéité. Se reporter à la norme NF P 11-221 (DTU 14.1) relative aux travaux de cuvelage
ENDUITS MONOCOUCHE DES MURS EN ÉLÉVATION	Relèvent de la procédure des avis techniques (1)	Présente une double fonction l'imperméabilisation et la décoration
REVÊTEMENTS MINÉRALISATEURS	Relèvent de la procédure des avis techniques	Composés de liants hydrauliques, sable, adjuvants et sels actifs. Ils sont utilisés en intérieur et extérieur en couche mince pour assurer une fonction d'imperméabilisation, voire d'étanchéité. Ils ne supportent pas la fissuration du support
Revêtements plus ou moins minces à base de liants hydrauliques modifiés	Relèvent de la procédure des avis techniques	Composés de liants hydrauliques, sable, d'adjuvants. Ils sont utilisés en intérieur et extérieur en couche mince (2 à 3 mm), voire plus épaisse (> 5). Ils assurent une fonction d'imperméabilisation

mortiers	Normes et DTU	Observations
ENDUITS MONOCOUCHE DES MURS EN ÉLÉVATION	Relèvent de la procédure des avis techniques [1]	Présente une double fonction l'imperméabilisation et la décoration
REVÊTEMENTS MINÉRALISATEURS	Relèvent de la procédure des avis techniques	Composés de liants hydrauliques, sable, adjuvants et sels actifs. Ils sont utilisés en intérieur et extérieur en couche mince pour assurer une fonction d'imperméabilisation, voire d'étanchéité. Ils ne supportent pas la fissuration du support
Revêtements plus ou moins minces à base de liants hydrauliques modifiés	Relèvent de la procédure des avis techniques	Composés de liants hydrauliques, sable, d'adjuvants. Ils sont utilisés en intérieur et extérieur en couche mince (2 à 3 mm), voire plus épaisse (> 5). Ils assurent une fonction d'imperméabilisation

Tableau n° 14 : classification des mortiers pour revêtements à base de liants hydrauliques

[1] La procédure des **Avis Techniques du CSTB** s'applique **aux enduits monocouche et d'imperméabilisation**. Les produits certifiés bénéficient :

- 1. **d'un critère d'aptitude à l'emploi** désigné par les lettres A et B :
  - la lettre A concerne les enduits pour supports verticaux en béton ou en maçonnerie,
  - la lettre B concerne les enduits pour supports verticaux en béton ou en maçonnerie, y compris les supports peu résistants (murs en blocs de béton cellulaire…) ;
- 2. **d'un classement dit MERUC** :
  - **M** pour masse volumique apparente du produit durci,
  - **E** pour module d'élasticité dynamique,
  - **R** pour résistance à la traction mesurée par flexion,
  - **U** pour rétention d'eau,
  - **C** pour capillarité.

Un cahier des prescriptions techniques est associé à cet Avis Technique. Ce cahier traite des points suivants :

- **du domaine d'emploi** :
  - enduits d'imperméabilisation des parois extérieures, mais sous réserve que le support ne soit pas fissuré,
  - enduits de composition non traditionnelle, c'est-à-dire avec des adjuvants, des fibres…,
  - enduit en une seule couche, mais exécuté en plusieurs phases rapprochées ;
- **du choix des produits :**
  - classe C1 ou C2 pour les parois exposées à la pluie (parois non abritées en situation « d », parois de hauteur supérieure à 18 mètres, climat local humide),
  - classes E et R pour les parois exposées aux chocs,
  - classes M, R et C pour les parois enterrées ;
- **du matériel de mise en œuvre ;**

- **des conditions de mise en œuvre en fonction du classement** ;
- **des différentes finitions** ;
- **de l'état du support** ;
- **de la mise en œuvre suivant la finition recherchée** ;
- **de la protection de l'enduit terminé** ;
- **du traitement des points singuliers** ;
- **des défauts d'exécution (point important pour le contrôle après mise en œuvre)**.

3.2.3.3 Critères de choix des produits et systèmes de protection

Le présent article aborde **le choix des produits** à partir **de la fonction principale recherchée** dans les domaines du bâtiment et du génie civil. Dans la majorité des cas, le produit doit également satisfaire à **d'autres fonctions**.

Il est rappelé que deux produits dont la composition comporte le même liant peuvent avoir **des niveaux de performances fort différents**. Il faut donc consulter **les fiches techniques des produits**, qui doivent être renseignées sur les niveaux de performances (classes) par références aux normes en vigueur et, en particulier, la norme homologuée NF EN 1062-1 et la norme harmonisée NF EN 1504-2.

3.2.3.3.1 Critères de choix liés à un objectif d'aspect

Les différentes familles de produits utilisables pour réaliser un revêtement ayant pour objectif principal **l'aspect** sont décrites en partie dans la norme homologuée NF P 95-103 à laquelle des compléments ont été apportés compte tenu de l'évolution des connaissances et de la technique. Ces produits assurent en supplément **une fonction plus ou moins importante de protection** contre les agressions des agents naturels (atmosphère rurale ou urbaine ou industrielle ou maritime) et souvent même **une fonction de complément d'imperméabilisation**.

- **DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT**

  • des produits à base de liants hydrauliques mis en œuvre sous forme de mortier[25]. **Il s'agit** :

  - **de la couche de finition décorative des enduits traditionnels** à base de mortiers bâtards à base de chaux et ciments préparés sur le chantier et exécutés conformément à la norme homologuée NF P 15-201 (DTU 26-1),
  - **des couches de finition sous forme de mortiers prêts à l'emploi pour enduits** exécutés conformément à la norme homologuée NF P 15-201 (DTU 26-1) ;

  • des produits de peinture pour revêtements minéraux. Il s'agit :

  - **des produits de peinture prêts à l'emploi à base de chaux éteinte** (se reporter au fascicule de documentation FD T 30-808 et à la norme expérimentale XP T 34-722) ;
  - des produits à base de liants organiques ou d'un mélange d'un liant minéral majoritaire et de composés organiques **(se reporter au fascicule de documentation FD T 30-808 et à la norme expérimentale XP T 34-722)**. Il s'agit :
  - **des peintures** sous forme **de systèmes** (en général à trois couches :

[25] *Les supports fissurés doivent être traités avant mise en œuvre de ces enduits car ces produits sont relativement rigides. Il est possible de traiter les fissures par un pontage….*

couche primaire ou d'impression, couche intermédiaire et couche de finition) d'une épaisseur variant généralement entre 100 et 300 µm.

Leur famille et classe en fonction de la nature chimique du liant (vinylique, acrylique, polyuréthannes…) sont définies dans la norme homologuée NF T 36-005 (se reporter au tableau n° 8 ci-devant).

Elles sont conformes aux spécifications de la norme homologuée NF EN 1062-1. Les peintures sont mises en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 74-201 (DTU 59-1). Les peintures des sols relèvent de la norme homologuée NF P 74-203 (DTU 59-3). Toutes ces peintures doivent être microporeuses, c'est-à-dire, perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées et éviter leur gel,

- **des revêtements plastiques semi-épais (RPSE) et épais (RPE)**, conformes aux spécifications de la norme homologuée NF EN 1062-1. La famille et la classe de ces produits sont définies dans la norme homologuée NF T 36-005. Ils sont mis en œuvre, pour le domaine du bâtiment, conformément à la norme homologuée NF P 74-202 (DTU 59-2)[26]. Ces produits ont également une fonction d'imperméabilisation. Ils doivent être perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées ;

Rappel : pour les revêtements de façade, la norme expérimentale XP T 34-722 traite de la liaison avec la nouvelle classification européenne visée par la norme homologuée NF EN 1062-1.

- **des lasures incolores ou colorées** à base de liants acryliques ou polyuréthannes sont des produits à forte teneur en « véhicule ». Ces produits de faible épaisseur (50 µm) sont rattachés aux peintures. Ils doivent être perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées ;

- **des produits antigraffiti** proposés par les fabricants. Certains sont détruits lors du nettoyage des graffiti et les autres restent protecteurs après nettoyage. Ces produits doivent être perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées.

Remarque : les produits antigraffiti pour béton ne font l'objet, à ce jour, d'aucune norme particulière.

En matière de garantie, seul le DTU 59.1, dans son cahier des clauses spéciales, fixe des règles, en renvoyant aux fascicules du Groupement Permanent d'Études des Marchés de peinture, vernis et produits connexes (GPEM/PV) : P 61, P 62, P 63 et P 64, en vente au JO.

Les revêtements d'imperméabilité sont soumis aux dispositions des textes relatifs à **la garantie décennale** par l'intermédiaire de **la police de dommage ouvrage**, puisqu'il y a mise en jeu de l'étanchéité de la construction. Se reporter à la **loi 78-12** du 4 janvier 1978 modifiée.

■ DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

Les produits utilisables dans le domaine du bâtiment peuvent être aussi utilisés en génie civil pour satisfaire **la fonction d'aspect**, sous réserve de respecter leur domaine d'emploi. Par exemple, en zone urbaine, il est possible, de mettre en œuvre, **pour leur fonction aspect**, sur

[26] Il est rappelé que certains systèmes de revêtements peuvent s'appliquer sur des supports fissurés dont les classes d'ouverture des fissures vont de I1 à I4, soit w < 0,2 mm, 0,2 mm < w < 0,5 mm, 0,5 mm < w < 1 mm et 1 mm < w <2 mm, suivant l'épaisseur et le nombre de couches. Ces produits ont une fonction d'imperméabilité. Se reporter au DTU 42.1 actuel et au futur DTU.

les murs d'une culée, une lasure ou un produit antigraffiti ou un revêtement organique ayant **une fonction d'aspect**, ce dernier pouvant masquer des ragréages liés à une réparation…

Le choix et la mise en œuvre **des peintures** relèvent du chapitre 8 de l'additif au fascicule 65A du CCTG dont l'article 81.2 fixe les durées **des garanties particulières** applicables **par le marché** aux systèmes de peintures. Il est complété au mieux par le guide technique de 1999 du LCPC sur la mise en peinture des bétons de génie civil. Ces documents sont à adapter à la mise en œuvre **des lasures et revêtements**.

Les trois tableaux suivants donnent **les durées des garanties particulières** applicables aux peintures et revêtements. Ils donnent indirectement **de précieux conseils** : sur le choix des produits, suivant qu'ils sont de types monocomposant ou bicomposants, sur l'épaisseur du revêtement et sur l'aspect recherché :

Nota : *si le système de peinture a un rôle* ***de revêtement de protection****, il faut se référer aux garanties figurant dans le guide technique de 2002 du LCPC et détaillées ci-après.*

Épaisseur sèche du revêtement	Peinture monocomposant	Peinture bicomposants
≥ 150 µm	4 ans	5 ans
≥ 300 µm	6 ans	8 ans

Tableau n° 15 : durées des garanties contre les décollements, pelages et cloquages

Épaisseur sèche du revêtement	Peinture aptes à être lessivée
≥ 200 µm	5 ans
≥ 300 µm	8 ans

Tableau n° 16 : durées des garanties contre les décollements, pelages et cloquages (tunnels, tranchées couvertes…)

Exigences	Peinture monocomposant	Peinture bicomposants
Uniformité de la couleur	Pas de garantie	5 ans
Constance de la couleur	Pas de garantie	3 ans

Tableau n° 17 : durées des garanties d'aspect

Il n'existe depuis la fin 2005 une certification des peintures pour les bétons de génie civil qui a été mise en place par l'**ACQPA**[27] (Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion) dont le secrétariat est assuré par le LCPC. Il existait précédemment un certain nombre de **systèmes de peintures** ayant fait l'objet **d'une procédure de qualification** de la part du LCPC. **Des fiches de ces produits** devraient être encore disponibles auprès du service de documentation du LCPC.

Attention, les fonctions visées par le guide du LCPC sont limitées aux points suivants :

- l'aspect ;
- la sécurité (les couleurs améliorent la signalisation) ;
- le confort des usagers (teintes claires dans un tunnel) ;
- la facilité de nettoyage ;
- l'économie d'énergie sur l'éclairage (teintes claires dans un tunnel) ;

[27] *Un article de l'annexe au présent GUIDE explicite le rôle de l'ACQPA dans le domaine de la certification des systèmes de peintures pour béton. Il est à noter que ces systèmes ne visent pas la protection des bétons au sens de la norme NF EN 1504-2.*

- l'amélioration de la protection du béton (imperméabilité contre les ruissellements et condensations).

Suivant la fonction recherchée, le guide conseille de choisir telle ou telle famille de produits comme le montre le tableau suivant :

Fonctions complémentaires à une fonction aspect	Types de liants à utiliser de préférence	Observations et exemples d'application
Durabilité	Époxydes et polyuréthannes	
Résistance au lessivage	Époxydes et polyuréthannes	
Économie	Vinyliques	Mise en peinture du plafond d'un parc de stationnement)
Stabilité de la teinte	Acryliques, vinyliques, polyuréthannes. **Attention**, la stabilité des pigments est fixée par la norme NF T 34-554-1 (pour une couleur RAL donnée, plus son ΔE est élevé, moins bonne est sa stabilité).	Les époxydes ont tendance à fariner et à jaunir sauf s'ils sont recouverts d'une couche de finition à base de polyuréthanne
Résistance à un environnement agressif	Époxydes et polyuréthannes	

Tableau n° 18 : choix d'une famille de produits suivant les fonctions recherchées

En sus des fonctions qui viennent d'être listées, **certaines peintures peuvent limiter la pénétration de certains agents agressifs**, comme le gaz carbonique et les chlorures. Cet aspect de protection est développé dans la suite du présent guide.

Remarque : *du fait de l'évolution rapide de la normalisation, le guide du LCPC fait référence aux normes obsolètes suivantes : NF T 30-048, NF T 30-053 et NF T 30-084.*

3.2.3.3.2 Critères de choix liés à un objectif d'imperméabilisation ou de complément d'imperméabilisation

Les différentes familles de produits utilisables pour réaliser un revêtement, ayant pour objectif principal **un complément d'imperméabilisation ou une imperméabilisation**, sont décrites en partie dans la norme homologuée NF P 95-103, à laquelle des compléments ont été apportés compte tenu de l'évolution des connaissances et de la technique.

■ DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

- des produits à base de liants hydrauliques mis en œuvre sous forme de mortier[28]. Il s'agit :

  - **de la couche de finition décorative** des enduits traditionnels à base de mortiers bâtards à base de chaux et ciments, préparés sur le chantier et exécutés conformément à la norme homologuée NF P 15-201 (DTU 26-1). Pour satisfaire à la fonction, **un hydrofuge** est ajouté lors de la préparation de l'enduit,

  - **des couches de finition sous forme de mortiers prêts à l'emploi** pour enduits, exécutés conformément à la norme homologuée NF P 15-201 (DTU 26-1). **Un hydrofuge** est ajouté dans la composition de tels mortiers. La plupart de ces produits relèvent de la procédure des Avis Techniques,

  - **de mortiers prêts à l'emploi** à appliquer en couches minces sur le support (quelques millimètres). Ces produits font l'objet de la procédure des Avis Techniques. Certains ne concernent que l'imperméabilité par l'extérieur ou l'intérieur des parties enterrées des bâtiments, d'autres peuvent aussi avoir **une fonction d'étanchéité** des bassins et piscines de faible importance à caractère privatif. Ils sont mis en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 21) relative à l'exécution des ouvrages en béton,

[28] *Ces produits relativement rigides nécessitent un traitement des fissures lorsque le support est fissuré ou risque de se fissurer.*

- **de minéralisateurs** (mélange de liants hydrauliques, sable, adjuvants et sels actifs) **sous forme de mortiers prêts à l'emploi** à appliquer en couche mince sur le support (quelques millimètres). Ces produits font l'objet de la procédure des Avis Techniques. Ces produits résistent aux pressions et sous-pressions d'eau et peuvent également être considérés comme ayant **une fonction d'étanchéité**. Ils sont perméables à la vapeur d'eau. Ils sont utilisés pour étancher les parties enterrées des bâtiments par l'extérieur (résistance aux pressions) ou l'intérieur (résistance aux sous-pressions), des bassins et piscines, ...des réservoirs et châteaux d'eau. Ils sont mis en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 21) relative à l'exécution des ouvrages en béton et conformément à la norme homologuée NF P 11-221-1 et 2 (DTU 14-1) relative aux travaux de cuvelage (se reporter au **GUIDE N°1 [FAÉQ]**) ;

• des produits de peinture pour revêtements minéraux. Il s'agit :

- **de produits de peinture silicate à un ou deux composants. Ces minéralisateurs à base de silicates** entrent aussi dans la catégorie des **produits d'imprégnation**. Ils ont pour but de renforcer la surface du support, de faciliter le glissement de l'eau sur le support et d'éviter la fixation des salissures. Ces produits sont également perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées ;

• des produits à base de liants organiques ou du mélange d'un liant minéral majoritaire et de composés organiques **(se reporter au fascicule de documentation FD T 30-808 pour certains d'entre eux).** Il s'agit :

- **de produits de peinture pour revêtements organiques comportant un liant silicone. Ces hydrofuges** à base de silicones, de siloxanes... entrent dans la catégorie **des produits d'imprégnation hydrophobes**. Ils ont pour but de faciliter le glissement de l'eau sur le support et d'éviter la fixation des salissures. Ces produits sont également perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées,

- **des produits de peinture pour revêtements organo-silicatés ou organo-chaulés Ces minéralisateurs à base de silicates** entrent aussi dans la catégorie des **produits d'imprégnation**. Ils ont pour but de renforcer la surface du support, de faciliter le glissement de l'eau sur le support et d'éviter la fixation des salissures. Ces produits sont également perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées,

- **des liants bitumineux** sous forme de pâtes ou de peintures appliquées en couche mince de quelques millimètres, utilisés pour imperméabiliser les parties verticales enterrées des bâtiments, mais uniquement par l'extérieur, car ces produits ne résistent pas aux sous-pressions. Ils sont mis en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 21) relative à l'exécution des ouvrages en béton,

- **des peintures sous forme de systèmes** (en général à trois couches : couche primaire ou d'impression, couche intermédiaire et couche de finition). Elles sont conformes aux spécifications de la norme homologuée NF EN 1062-1 (classement T 34-721-1). Leur famille et classe en fonction de la nature chimique du liant (vinylique, acrylique, polyuréthannes...) sont définies dans la norme homologuée NF T 36-005. Les peintures sont mises

en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 74-201 (DTU 59-1). Les peintures des sols relèvent de la norme homologuée NF P 74-203 (DTU 59-3).

Les liants hydrauliques modifiés (LHM), applicables en couche mince, peuvent se rattacher à la catégorie des peintures. Ils sont aussi appelés **« ciment latex »**.

Pour fixer les niveaux de performances à exiger, il est possible de se référer au guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 (voir le tableau n° 13 ci-devant du présent guide),

- **des revêtements d'imperméabilité à base de polymères** visés par la norme homologuée NF P 84-404 (DTU 42.1) et le fascicule de documentation FD P 84 405. Le tableau ci-après fixe les caractéristiques des systèmes à appliquer en fonction de l'importance de la fissuration.

Rappel : le DTU 42.1 actuel va être prochainement remplacé.

Type de Fissuration	Classe d'imperméabilisation de la norme NF P 84-404 (I1 à I4) et ouvertures limites des fissures	Traitement des fissures	Composition du revêtement
localisée	w < 2 mm	Pontage local + protection généralisée	Régulateur ou fixateur de fond + une couche de produit + une armature à maroufler + une seconde couche de produit + une troisième couche de produit.
	w ≥ 2 mm	Rebouchage + pontage local + protection généralisée	Rebouchage de la fissure + régulateur ou fixateur de fond + une couche de produit + une armature à maroufler + une seconde couche de produit + une troisième couche de produit.
généralisée	Revêtement de type I_1 : w < 0,2 mm	Protection généralisée sans armature assurant aussi le pontage	Régulateur ou fixateur de fond + une couche épaisse de produit (≈ 400 g/m²)[29].
	Revêtement de type I_2 : 0,2 mm ≤ w < 0,5 mm	Protection généralisée sans armature assurant aussi le pontage	Régulateur ou fixateur de fond + une couche de produit (≈ 250 g/m²) + une deuxième couche de produit (≈ 250 g/m²).
	Revêtement de type I_3 : 0,5 mm ≤ w < 1 mm	Protection généralisée sans armature assurant aussi le pontage	Régulateur ou fixateur de fond + une couche de produit (≈ 400 g/m²) + une deuxième couche de produit (≈ 400 g/m²).
	Revêtement de type I_4 : 1 mm ≤ w < 2 mm	Protection généralisée avec armature	Régulateur ou fixateur de fond + une couche de produit (≈ 400g/m²) + une armature généralisée à maroufler + une deuxième couche de produit (≈ 400g/m²) + une troisième couche de produit (≈ 400g/m²).

Tableau n° 19 : choix d'un système de revêtement en fonction de la fissuration du support

Remarque : dès qu'une paroi de bâtiment se trouve en permanence ou temporairement sous le niveau des eaux, elle requiert une fonction d'étanchéité visée par la norme P 11-221-1 et 2 (DTU 14-1) relative aux travaux de cuvelages. Se reporter au GUIDE N°1 [FAÉQ].

DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

Les produits de complément d'imperméabilisation et d'imperméabilisation utilisables dans le domaine du bâtiment peuvent être aussi utilisés en génie civil, sous réserve de respecter leur domaine d'emploi. Par exemple, en zone urbaine, il est possible d'habiller les murs d'une culée par un revêtement organique avec **une fonction d'imperméabilisation** afin de protéger les ragréages liés à une réparation contre les eaux de ruissellement.

Les produits les plus couramment utilisés sont les mortiers, les systèmes de peintures et les systèmes de revêtements.

Le choix et la mise en œuvre **des peintures** relèvent **du chapitre 8 de l'additif au fascicule 65A du CCTG**, dont l'article 81.2 fixe **les garanties particulières** applicables aux systèmes de peintures. Il est complété au mieux par **le guide technique de 2002 du LCPC** sur la protection des bétons. Une adaptation doit être prévue lorsque cette peinture joue le rôle d'un revêtement de protection.

Pour fixer les niveaux de performances à exiger en matière d'imperméabilité à l'eau (sans pression), il convient de se référer au guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 (voir le tableau n° 13 du présent guide).

Bien entendu, **si une fonction d'aspect** est recherchée en supplément, il faut se référer aux exigences **du guide technique de 1999 du LCPC** sur la mise en peinture des produits de génie civil.

3.2.3.3.3 Critères de choix liés à un objectif d'étanchéité

Les différentes familles de produits utilisables pour réaliser un revêtement ayant pour objectif principal **l'étanchéité** (résistance à l'eau sous pression) sont décrites en partie dans la norme homologuée NF P 95-103, à laquelle des compléments doivent être apportés compte tenu de l'évolution des connaissances et de la technique. Cette fonction est traitée en détail dans le **GUIDE N°1 [FAÉQ]** relatif aux étanchéités.

Cependant, étant donné que cette fonction est abordée par la norme de référence, le présent guide liste les principaux produits qui peuvent satisfaire à cet objectif d'étanchéité en sus des autres fonctions de protection qu'ils peuvent assurer.

■ DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

- **Cas des produits à base de liants hydrauliques** mis en œuvre sous forme de mortier[30]. Il s'agit :

  - **de mortiers prêts à l'emploi** à appliquer en couches minces sur le support (quelques millimètres). Ils restent souples et résistent à de faibles pressions et sous-pressions d'eau (moins de 5 mètres) et ont donc une fonction d'étanchéité. Ils ne résistent pas à la fissuration du support, qui doit être traité par injection, calfeutrement ou pontage. Ils sont utilisés, par exemple, pour étancher des bassins et des réservoirs ;

  - **de minéralisateurs** (mélange de liants hydrauliques, sable, adjuvants et sels actifs) sous forme de mortiers prêts à l'emploi à appliquer en couche mince sur le support (quelques millimètres). Ces produits résistent aux pressions et sous-pressions d'eau et ont donc une fonction d'étanchéité. Ils ne résistent pas à la fissuration du support, qui doit être traité par injection, calfeutrement ou pontage. Ils sont perméables à la vapeur d'eau. Ils sont utilisés pour étancher les parties enterrées des bâtiments par l'extérieur ou l'intérieur (résistance aux sous-pressions), des bassins et piscines, des réservoirs… ;

- **Cas des produits à base de liants organiques** (se reporter au fascicule de documentation FD T 30-808) Il s'agit :

  - **de revêtements sous forme de systèmes** à base de liants époxydiques ou polyuréthannes. Ils sont conformes aux spécifications de la norme homologuée NF EN 1062-1 complétée par la norme NF EN 1504-2. Leur

[30] *Ces produits relativement rigides nécessitent un traitement des fissures lorsque le support est fissuré.*

famille et classe en fonction de la nature chimique du liant sont définies dans la norme homologuée NF T 36-005. Les systèmes sans solvants assurent une résistance aux pressions et sous-pressions d'eau mais également à d'autres agents agressifs (acides, bases, huiles, essence…). Les systèmes solvantés moins épais ont des fonctions voisines, sous réserve que les agressions soient moins importantes. Ils peuvent aussi servir de primaire aux systèmes sans solvants Ces systèmes sont mis en œuvre conformément à la norme homologuée NF P 74-201 (DTU 59-1). S'ils concernent les sols, ils relèvent de la norme homologuée NF P 74-203 (DTU 59-3).

Remarque : les étanchéités liquides de type SEL ne font l'objet d'aucune norme de spécifications, mais il existe des normes expérimentales d'essai (XP P 84-371, XP P 84-372, XP P 84-373 et XP P 84-374). Il faut donc se référer, pour fixer les classes de performances, à la norme homologuée NF EN 1504-2 et au guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902. Il existe deux règles professionnelles de l'APSEL (Association Professionnelle des Systèmes d'Étanchéité Liquide) l'une pour les planchers extérieurs (balcons et loggias) et l'autre pour les planchers intermédiaires intérieurs.

DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

Les produits d'étanchéité utilisables dans le domaine du bâtiment peuvent être aussi utilisés en génie civil, sous réserve de respecter leur domaine d'emploi. Par exemple, il est possible de mettre en place un minéralisateur de surface sur les murs d'une culée pour empêcher le passage des eaux au travers des murs, sous réserve d'avoir traité toutes les fissures et les reprises de bétonnage.

- **Cas des systèmes de revêtements, des étanchéités liquides** (SEL)…

Le choix et la mise en œuvre **de ces systèmes de revêtements** relèvent du chapitre 8 de l'additif au fascicule 65 A du CCTG, qui est complété au mieux par le guide technique de 2002 du LCPC sur la protection des bétons. Bien entendu, l'article 81.2 de l'additif au fascicule 65 A, qui fixe **les garanties particulières** applicables aux systèmes de peintures, est à modifier en se basant sur **les durées de garanties du guide du LCPC visées ci-après**.

Pour fixer le niveau de performance, puisque **la fonction d'étanchéité** (protection contre les venues d'eau avec pression) est exigée, **le marché** doit demander **un produit** en s'appuyant sur le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 (se reporter au tableau n° 13 du présent guide).

Si le support est fissuré, un traitement devra être effectué avant l'application du produit. S'il y a un risque de fissuration du support, le produit devra satisfaire aux critères de fissuration indiqués dans le tableau n° 13 susvisé, en fonction de l'importance de la fissuration prévisible.

Bien entendu, **des fonctions complémentaires** peuvent être exigées, comme par exemple, **la fonction aspect**. Il faut alors se référer aux exigences du **guide technique** de 1999 du LCPC sur la mise en peinture des produits de génie

Remarque : lorsque les conditions climatiques, l'état du support …ne permettent pas de mettre en œuvre des produits et systèmes de protection de type SEL, il est souvent possible de les remplacer par des feuilles plastiques ou élastomères (par exemple, pour la mise en place d'une étanchéité sur l'extrados d'un arc).

3.2.3.3.4 Critères de choix liés à un objectif de fonctions particulières

■ Cas des imprégnations, lasures peintures et revêtements

Les différentes familles de produits utilisables pour réaliser un revêtement ayant pour objectif principal **des fonctions particulières** sont décrites en partie dans la norme homologuée NF P 95-103, à laquelle des compléments ont été apportés compte tenu de l'évolution des connaissances et de la technique, en particulier avec la parution des normes européennes NF EN 1504-2 et NF EN 1062-1 déjà citées.

Les fonctions particulières à exiger dans **le marché** dépendent **de l'environnement** (types d'agents agressifs) dans lequel la structure se trouve. Il est possible de se référer au tableau **des classes d'exposition** de la norme homologuée NF EN 206-1. Bien entendu, certains produits chimiques peuvent être aussi causes de désordres (se reporter au fascicule de documentation FD P 18-011).

Les critères de choix concernant les deux domaines du bâtiment et du génie civil, qui sont développés ci-après, sont basés sur le guide technique du LCPC de 2002 et le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902.

Le tableau de la page 51 du guide de 2002 du LCPC donne les familles de produits ou systèmes utilisables suivant la fonction recherchée. Ce tableau permet d'identifier quelles sont les familles de produits ou systèmes les plus performantes vis-à-vis des **trois types de fonctions** visées ci-devant dans le présent guide et dans le guide du LCPC et qui sont rappelées dans le tableau ci-après.

Type de fonction	Fonctions recherchées	Types de désordre à éviter	Environnement (NF EN 206-1) et autres causes de désordres
Fonction principale de base	1) protection contre l'eau (sans pression), la vapeur d'eau et le gaz carbonique	Corrosion des armatures par carbonatation	XC1 à XC4
Fonctions principales optionnelles	2) protection contre la pénétration des chlorures	Corrosion des armatures par corrosion et certaines attaques du matériau béton	XS1 à XS3 (chlorures présents dans l'eau de mer) ou XD1 à XD3 (autres chlorures)
	3) protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel avec ou sans fondants routiers (chlorures)	Corrosion des armatures et/ou écaillage du béton	XF1 à XF4
	4) résistance à la fissuration après un essai de vieillissement	Fissuration du film protecteur	Variations thermiques et hygrométriques du béton, déformations des pièces sous charges…
	5) protection contre les gonflements internes du béton	Désorganisation du béton	Alcali-réaction
Fonctions optionnelles supplémentaires	6) résistance au nettoyage à l'eau sous pression	Désorganisation du film protecteur	
	7) résistances aux pressions d'eau (2 MPa)	Passage de l'eau sous pression	

Tableau n° 20 : fonctions à exiger des produits dans des classes d'environnement données de façon à éviter certains désordres

Le tableau ci-dessous, extrait du guide technique de 2002 du LCPC, donne les domaines d'application possibles des différents produits. **Cependant, seule la comparaison des valeurs limites indiquées dans le tableau n° 13 ci-devant avec les caractéristiques d'un produit issues de l'examen de sa fiche technique ou des résultats d'un essai de qualification**, permettent de retenir un produit capable de satisfaire aux fonctions exigées.

Familles de produits ou systèmes	Fonctions						
	Fonctions 1)	Fonctions 2)	Fonctions 3)	Fonctions 4)	Fonctions 5)	Fonctions 6)	Fonctions 7)
Protection recherchée contre	L'eau	Le gaz carbonique	Les chlorures	L'écaillage	Les RGI	Le nettoyage	L'eau sous pression
Imprégnations	Possible 0 à +	Possible 0 à +	Possible 0 à +				
Lasures			Possible 0 à +			Possible +	Possible 0 à +
Peintures	Possible 0 à +	Possible + à ++	Possible 0 à ++			Possible + à ++	
Revêtements	Possible 0 à +++	Possible + à +++	Possible ++ à +++	Possible + à +++	Possible 0 à +	Possible 0 à +++	Possible + à +++

Tableau n° 21 : les performances des familles de produits suivant les fonctions recherchées

Bien entendu, si **le rôle du liant et la composition du produit** sont importants dans un bon comportement de la protection, **l'épaisseur du film** joue également un rôle. **Pour résumer**, les revêtements sont, le plus souvent, les produits les plus performants pour assurer les différentes fonctions souhaitées.

Rappels :

- le traitement d'un ouvrage atteint par **une réaction de gonflement interne** (RGI) est très complexe et demande une étude lourde. Il est possible de s'appuyer sur les deux documents du LCPC suivants :
  - le guide méthodologique de 1999 relatif à d'identification des réactions de dégradation interne du béton dans les ouvrages d'art,
  - le guide méthodologique de 2003 d'aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne ;
- l'utilisation d'un revêtement de protection dans le traitement des réactions de gonflement interne peut normalement permettre, en empêchant l'eau de venir en contact avec le béton, de réduire la vitesse de réaction. Malheureusement, l'eau interne du béton peut continuer à alimenter le phénomène de gonflement.

Les durées des garanties visées par le guide technique de 2002 du LCPC donnent également de précieuses indications sur l'efficacité à priori des différents systèmes de protection.

Familles de produits ou systèmes	Fonction principale de base ou optionnelle	Décollements et cloquage	Fissuration	Absence de modification de l'aspect	Uniformité et constance de la teinte
Imprégnations	2 ans			2 ans	
Lasures, peintures et revêtements :					
- épaisseur sèche du feuil de 50 à 300 µm	2 ans	2 ans			2 ans
- épaisseur sèche du feuil de 300 µm à 3 mm	10 ans	10 ans	10 ans		10 ans

Tableau n° 22 : les durées des garanties applicables aux différentes familles de produits

> Aux fonctions visées par le guide du LCPC peuvent être ajoutées :

- la fonction de résistance aux contre-pressions ou sous-pressions. La fonction 7) ci-devant ne vise que la résistance à l'eau sous pression ;
- la fonction de résistance aux attaques chimiques [voir la remarque (1)] :
  - attaques chimiques dues aux sols, aux eaux de surface et souterraines (il s'agit des environnements XA1 à XA3 au sens de la norme homologuée NF EN 206-1 : béton partie 1 : spécifications, performances, production et conformité et son annexe nationale),
  - attaques chimiques dues à divers produits (acides, bases, solvants…) ;
- la fonction de résistance à l'abrasion :
  - sous l'action de la circulation de piétons ou de véhicules,
  - sous les effets de la circulation d'eaux chargées ou non de matières en suspension ;
- la fonction de compatibilité avec l'eau potable, etc.

Remarque : (1) la résistance des produits aux attaques chimiques est visée dans la norme homologuée NF EN 1504-2, mais n'est pas développée dans le guide du LCPC. Se reporter aux fiches techniques des fabricants et au marquage CE.

■ Cas des inhibiteurs de corrosion

Les inhibiteurs de corrosion sont utilisés dans l'industrie depuis de très nombreuses années pour **la protection des métaux** contre la corrosion et donnent satisfaction.

Ici, il s'agit d'inhibiteurs destinés au béton armé à titre curatif. Ce sont des produits d'origine minérale à base phosphatée ou organique à base d'amino alcools ou d'un mélange de produits minéraux et organiques, qui appliqués à la surface du béton, migrent à l'intérieur, vers les armatures pour les protéger. Certains inhibiteurs peuvent être appliqués par des moyens électrochimiques. L'épaisseur du film à la surface du béton est quasi nulle. Ces produits ont essentiellement un rôle de protection des armatures contre la corrosion. Il est souhaitable de compléter leur action par la mise en place d'un revêtement de protection compatible.

Les différents essais visés par le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 et qui figurent dans le tableau n° 13 ci-devant ne permettent pas de caractériser les effets de ces produits. La série des normes européennes NF EN 1504-** ne couvre pas l'utilisation des inhibiteurs. **En résumé, il n'existe aucune norme européenne ou française ni d'Avis Technique traitant de ce sujet.**

Les principales conclusions provisoires des études effectuées dans le cadre du programme européen de recherche **COST 521** sont les suivantes :

- il n'est pas évident que les inhibiteurs puissent réduire de façon significative la vitesse de corrosion des armatures **en présence de chlorures** dans le béton (lorsque la concentration en chlorures d'un béton est élevée, le développement de la corrosion peut même s'accélérer) ;
- en présence **de carbonatation**, les résultats des essais sont plus prometteurs.

La Commission Construction Bâtiment du CEFRACOR (www.concretecorrosion.net) **n'a pu émettre un avis sur l'efficacité des inhibiteurs de corrosion dans le béton armé**. Dans son avis de janvier 2006, elle a simplement émis les recommandations suivantes en cas d'utilisation de ces produits :
- l'essai de convenance sur site doit comporter trois planches d'essais avec trois concentrations de produits ;
- des prélèvements doivent être effectués pour connaître la concentration du produit autour des armatures…

Durée des garanties : il convient de se reporter au guide technique de 2002 du LCPC qui fixe, pour ces produits, une durée de garantie de 10 ans. Un suivi sur plusieurs années des effets du produit utilisé sur l'évolution de la corrosion des armatures est donc à prévoir.

En conclusion : lorsque l'utilisation d'inhibiteurs est envisagée, il est indispensable de prendre l'avis d'un conseil compétant et de prévoir, d'une part, une qualification de l'état du support avec essais chimiques (carbonatation et teneur en chlorures) et, d'autre part, un essai de convenance permettant de s'assurer de la pénétration du produit…

3.2.4 EPREUVE D'ETUDE

Les produits prêts à l'emploi et conformes aux normes en vigueur, admis à une **marque de certification** ou faisant l'objet d'un Avis Technique, **ne font pas normalement l'objet d'une épreuve d'étude** (se reporter aux articles 5.2.2.1 et 5.2.2.2 ci-après qui précisent les différents cas qui se présentent).

> Cette épreuve est cependant requise si :

- les conditions de contrôle ne sont pas adaptées ;
- les conditions de mise en œuvre du produit, en particulier la géométrie et l'orientation du support, les sollicitations imposées aux fissures, les conditions climatiques et hygrométriques, ne correspondent pas à celles fixées par les normes ;
- ces produits, une fois mis en œuvre, seront soumis à des sollicitations mécaniques spécifiques ou en contact avec un milieu agressif particulier…

Les produits non normalisés ou fabriqués sur le chantier doivent faire l'objet **d'une épreuve d'étude en laboratoire** pour s'assurer qu'ils satisfont bien **aux exigences du marché** (amplitude du mouvement des fissures, résistance, adaptation à la géométrie et à l'orientation du support, adhérence et compatibilité chimique avec le support, etc.) dans les conditions de mise en œuvre prévues (température et hygrométrie en particulier).

Les résultats d'une épreuve d'étude récente (quelques mois), effectuée **sur un chantier identique**, peuvent servir de référence si le marché l'autorise.

Dans le cas où **une épreuve d'étude** doit avoir lieu, elle est fixée par **le marché**. Sa consistance s'inspire des essais visés par les normes en vigueur et des conditions de mise en œuvre des produits.

■ DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

- Cas des produits de peinture et systèmes de revêtement :

Les normes d'essais permettant de mesurer les sept principales caractéristiques sont listées dans la norme homologuée NF EN 1062-1 et la norme expérimentale XP T 34-722. Dans le cas où des fonctions particulières sont recherchées, il est possible de s'appuyer sur les normes d'essais relatives aux fonctions particulières de la norme harmonisée NF EN 1504-2 ;

- Cas des enduits aux mortiers de ciment, de chaux… :

Le DTU 26-1 (NF P 15-201) liste les normes relatives aux différents matériaux utilisables (ciments, chaux…). Il fixe également les dosages à respecter lors de la fabrication des mortiers, mais il ne donne aucune indication sur les caractéristiques mécaniques à respecter.

Pour les mortiers prêts à l'emploi et bénéficiant d'un Avis Technique, il convient de se reporter aux Avis Techniques et aux fiches techniques qui fixent leur domaine d'emploi.

Si un enduit est soumis à des conditions d'environnement particulières (milieu chimiquement agressif, gel/dégel…), l'épreuve d'étude devra exiger la réalisation d'essais adaptés. Se reporter, par exemple, au fascicule de documentation FD P 18-011 relatif à la classification des environnements agressifs.

■ DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

- Cas des produits et systèmes de protection :

Les normes d'essai permettant de qualifier les différentes familles de produits et systèmes de protection (imprégnation hydrophobe, imprégnation et revêtement) vis-à-vis des différentes caractéristiques de performances sont listées dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7 de la norme harmonisée NF EN 1504-2. Cette norme doit être complétée par les stipulations du guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 pour les essais optionnels complémentaires de mesure de la résistance au nettoyage à l'eau sous pression et de mesure de la résistance aux pressions d'eau.

3.3.1 LES DIFFERENTS PRODUITS

Différents types de produits sont nécessaires pour la réalisation d'une protection de surface pour béton. Il s'agit :

- **des produits de nettoyage des supports (produits antigraffiti, antisalissures, fongicides…)** ;
- **des solvants nécessaires, soit à la préparation des produits (peintures et revêtements en phase solvant), soit au nettoyage des outils et des récipients ;**
- **des produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non :**
  - produits utilisés pour la préparation des supports (enduits de ragréages, enduits bouche-pores, impressions diverses [régulatrices d'absorption, opacifiantes, fixantes, pénétrantes…]),
  - imprégnations hydrophobes, minéralisatrices, lasures (assimilables à des imprégnations), inhibiteurs de corrosion applicables sur le béton durci…,
  - peintures microporeuses ou non en phase aqueuse ou en phase solvant (peintures acryliques, vinyliques, pliolites, alkydes, polyuréthannes…),
  - revêtements acryliques et vinyliques (RPE et RPSE) et liants organiques d'imperméabilisation,
  - revêtements bitumineux d'imperméabilisation ;

Attention, le DTU 59.2 traite de la mise en œuvre des RPE mais celle les RPSE dépend du DTU 59.1

- **des produits prêts à l'emploi à base de liants organiques ou hydrauliques multicomposants :**
  - peintures époxydes et polyuréthannes à deux composants (base et durcisseur),
  - revêtements époxydes et polyuréthannes à deux composants,
  - systèmes d'étanchéité liquides ou SEL,
  - produits antigraffiti de protection à deux composants,
  - produits à base de liants hydrauliques modifiés (LHM…),
  - mortiers à base de liants organiques comportant trois composants : base plus durcisseur et charges (sable et gravillons) ;
- des mortiers prêts ou non à l'emploi à base de liants hydrauliques pour enduits monocouche ou multicouches :
  - mortiers pour enduits monocouche,
  - mortiers pour enduits traditionnels bicouches ou tricouches ;
- des armatures pour revêtements à base de liants organiques ou hydrauliques :
  - armatures en fibres de verre, maillées ou non-tissées… pour ponter des supports en béton fissurés en combinaison avec des revêtements à base de liants hydrauliques ou organiques, tels que les polymères acryliques et vinyliques,
  - grillages en acier galvanisé pour armer certains enduits à base de liants hydrauliques.

3.3.2 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS PRETS A L'EMPLOI

3.3.2.1 Généralités

Les produits de nettoyage liquides ou sous forme de gels sont livrés en jerricans, bidons ou fûts.

Les produits de préparation des supports, suivant leur forme, sont livrés en sacs, bidons, jerricans…

Les solvants sont livrés en jerricans, bidons, fûts… Etant, en général, facilement inflammables, nocifs par inhalation…, des précautions particulières s'imposent (se reporter aux fiches de données de sécurité [FDS]).

Les armatures de renforcement et les bandes autocollantes sont livrées en rouleaux. Les baguettes et les profilés sont livrés en éléments de différentes longueurs.

Les différents produits et systèmes de protection du type imprégnations et peintures sont livrés en boîtes, en pots… Lorsqu'il s'agit de produits bicomposants, ils sont livrés sous un emballage regroupant en pots la base, le durcisseur et parfois un sac de charges minérales.

Les liants hydrauliques modifiés (LHM) sont livrés en sacs ou en seaux et les produits servant au gâchage en seaux ou en bidons.

Les produits et systèmes de protection organiques purs ou mélangés avec des charges minérales décoratives qui relèvent des catégories RPE, RPSE, polymères… sont, en général, livrés en seaux.

Les mortiers pour enduits sont livrés en sacs, l'eau devant être rajoutée sur le chantier.

Les feuilles d'étanchéité sont livrées en rouleaux.

Les produits doivent être livrés en récipients d'origine, parfaitement hermétiques, prédosés. Si les produits sont en pots, ils doivent disposer de tambours à ouverture totale.

Pour les produits à plusieurs composants (deux ou trois) devant être mélangés dans leur totalité avant leur emploi, les boîtes des composants doivent être réunies sous un emballage unique et avoir des capacités telles que le mélange puisse être effectué sans avoir à verser leur contenu dans un récipient additionnel.

3.3.2.2 Marquage – Étiquetage

■ RÉFÉRENCES NORMATIVES

- **Dans le domaine du bâtiment**

La norme homologuée NF EN 1062-1 et la norme expérimentale XP T 34-722 n'imposent que la qualification « GESVWAC ».

La norme homologuée NF T36-005 impose de classer des peintures, vernis et produits connexes en familles et classes de produits.

Le certificat CSTBat s'applique aux treillis textiles pour les enduits de façade.

- **Dans les domaines du génie civil et du bâtiment**

La norme homologuée NF P 18-800, relative aux définitions, conditionnement marquage et conditions de réception des produits spéciaux destinés aux réparations, fixe les conditions minimales **d'étiquetage des produits** (il est rappelé qu'elle devrait être abrogée ou modifiée d'ici la fin 2008).

La norme homologuée NF EN 1504-1 traite du marquage CE et impose l'obligation de certaines informations sur les étiquettes des produits.

■ SYNTHÈSE DES OBLIGATIONS

Les indications rédigées au moins en langue française que doit comporter l'étiquette apposée sur chaque récipient figurent dans la norme homologuée NF P 18-800, qui sera bientôt rendue caduque par la série des normes européennes NF EN 1504-**. Ces indications figurent également dans les DTU 59.1 et 59.3. Il s'agit des informations suivantes :

- le nom ou sigle et l'adresse du producteur ;
- le nom du produit ;
- la classification du produit par référence à la norme homologuée NF T 36-005 ;
- la fonction du produit ;
- la date de fabrication et le numéro du lot (sur chaque composant pour les produits à plusieurs composants et sur le suremballage)
- la date limite d'emploi ou la durée limite d'emploi ;
- la référence à la notice d'emploi (fiche technique) ;
- les précautions de stockage ;
- la référence à la norme[31] correspondant à ses caractères normalisés garantis ;
- le cas échéant, le sigle de la **Marque NF** de conformité aux normes apposé dans les conditions prévues au règlement particulier de cette marque[32] ;
- pour les produits à plusieurs composants, l'indication de l'obligation de les mélanger dans leur totalité, sauf indication contraire du producteur ;
- la masse ou le volume net des produits de type monocomposant ou, pour les produits à plusieurs composants, la masse ou le volume net total ;
- pour les produits à base de liants hydrauliques, la quantité d'eau de gâchage prévue selon le ou les usages du produit correspondant à l'unité de conditionnement ;
- pour les produits à base de résines synthétiques la durée pratique d'utilisation (DPU) ;
- **les pictogrammes réglementaires de danger** « irritant, nocif, corrosif, inflammable… » associés **à des phases indiquant les risques [R] et à des conseils de prudence (sécurité) [S]** ;
- pour les peintures, vernis et produits connexes (RPE, RPSE, polymères…), la famille et la classe ;
- pour les produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et bétons extérieurs, le code d'identification renseigné « GESVWAC » ;
- pour les produits et systèmes de protection de surface pour le béton visés par la norme harmonisée NF EN 1504-2 et donc le marquage CE :
  - le symbole du marquage CE,
  - le numéro d'identification de l'organisme de certification,

[31] Pour les Marchés Publics il est rappelé l'obligation du respect de l'équivalence des normes (la preuve est du ressort du producteur). Le futur DTU 42.1 fait aussi référence au principe d'équivalence.

[32] Pour les Marchés Publics, il faut aussi admettre les marques de certification équivalentes (la preuve est du ressort du producteur).

- les deux derniers chiffres de l'année d'apposition de la **Marque CE**,
- le numéro du certificat CE (produits relevant du système 1) ou du certificat de contrôle de la production en usine (produits relevant du système 2+),
- la référence à la norme européenne NF EN 1504-2,
- la valeur déclarée et, le cas échéant, le niveau ou la classe (y compris les exigences « Satisfaisant » parmi les exigences « Satisfaisant - Pas satisfaisant », si nécessaire) à déclarer pour chaque caractéristique essentielle, comme indiqué dans les notes des tableaux ZA.1a à ZA.1g,
- l'option « performance non déterminée » pour les caractéristiques pertinentes,
- les informations spécifiques relatives aux substances dangereuses quand cela est exigé.

Dans le cas ou l'étiquetage est incomplet, **les fiches techniques** renseignées doivent être fournies.

Remarque : dans le cas de produits normalisés ou admis à une marque, le marquage peut être défini dans la norme et/ou dans le règlement de la marque.

Photo n° 16 : étiquetage d'un produit de protection pour béton (photo Weber et Broutin)

3.3.3 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS FABRIQUES SUR LE CHANTIER

Les différents composants qui servent à la fabrication foraine des produits doivent être livrés dans des récipients ou containers adaptés aux quantités à mettre en œuvre, parfaitement nettoyés pour éviter toute pollution et suffisamment solides pour éviter tout mélange accidentel. Chaque composant doit être facilement identifiable (étiquette, marquage indélébile, etc.) de façon à éviter toute confusion.

L'entrepreneur propose **le conditionnement** à l'acceptation **du maître d'œuvre**.

3.4 Transport et stockage des produits

Les produits doivent être livrés sur le chantier suffisamment à l'avance pour permettre d'effectuer les essais et contrôles prévus par **le marché et la procédure correspondant aux travaux à effectuer**.

Les produits doivent être transportés puis stockés en suivant les prescriptions fixées par **la fiche technique du produit, la FDS et l'étiquette de sécurité**, en particulier vis-à-vis du point éclair. **Le marché** complète, en tant que de besoin, ces prescriptions.

Certains produits, s'ils sont transportés en ne respectant pas les conditions prescrites vis-à-vis de la température (par exemple, en cas de gel), peuvent **ne pas être récupérables**, alors que d'autres produits peuvent retrouver leurs caractéristiques initiales. **L'entrepreneur** impose **au transporteur** de respecter les consignes et d'équiper le véhicule des moyens de mesure permettant de démontrer que les consignes ont été respectées.

En principe, les produits sont stockés à l'abri du soleil et du froid et en respectant les températures exigées (en général, entre 10 et 25°C). Le local de stockage doit être fermé mais aéré. De plus, une signalétique appropriée (par exemple, matières inflammables) doit être apposée sur le local.

3.5.1 GENERALITES

Les différents matériels à utiliser sont décrits, pour la plupart, dans l'article 6.4 de la norme homologuée NF P 95-103, mais sans aucun schéma ni photographie.

Dans le cadre de **la procédure correspondant aux travaux à réaliser, l'entrepreneur** propose à l'acceptation **du maître d'œuvre** le matériel qu'il compte utiliser dans le respect des dispositions **du marché** et conformément aux stipulations des documents rendus contractuels (normes, fascicules du CCTG, guides techniques…) et des fiches techniques des fabricants[33].

L'état et le bon fonctionnement du matériel doivent être contrôlés par **l'entrepreneur** qui s'assure également de la présence **des fiches techniques et des carnets d'entretien, voire des procès-verbaux de tarage** (manomètres, dispositifs de pesage…).

3.5.2 POUR LA PREPARATION DU SUPPORT

L'article 4.2 ci-après explicite et détaille les produits et matériels à utiliser.

3.5.3 MATERIELS DE PREPARATION DES PRODUITS

3.5.3.1 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi mono-composant solvantés ou non à base de liants organiques (impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements plastiques [RPE et RPSE], revêtements bitumineux…)

Photo n° 17 : opération de dilution d'une peinture (photo Jean-Paul Benneton LRPC de Lyon)

L'homogénéisation de ces produits est généralement obtenue en les remuant manuellement ou avec un agitateur à faible vitesse de rotation[34] (quelques centaines de tours par minutes pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme.

Pour l'application de la première couche de certains produits ou pour la mise en œuvre, à l'aide de pistolets sans air ou à air d'autres produits, leur fiche

[33] *Le marché vise en tant que de besoin les fiches techniques de fabricants, les normes, les fascicules du CCTG, les guides techniques en totalité ou en partie…*

[34] *Suivant le type de produit et les risques feu qu'il présente, l'agitateur peut être électrique ou pneumatique.*

technique impose **la dilution par des solvants**. L'homogénéisation du mélange avec le diluant est généralement obtenue par un agitateur à faible vitesse de rotation.

Certains enduits bitumineux doivent être chauffés avant l'emploi en respectant la température maximale fixée dans la fiche technique.

3.5.3.2 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi multicomposants à base de liants organiques (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, systèmes d'étanchéité liquide (SEL)...) ou de liants hydrauliques et organiques (revêtements à base de liants hydrauliques modifiés (LHM), mortiers à base de ciment et résines réactives (EP-C)...)

Photo n° 18 : mélange des constituants d'un revêtement à base de liants hydrauliques modifiés (crédit photo Parexlanko)

Les produits à base de résines (peintures époxydes et polyuréthannes, revêtements antigraffiti, SEL...) sont livrés dans des emballages regroupant une boîte contenant la résine et une boîte contenant le durcisseur.

Le plus souvent, le durcisseur est à verser dans **la boîte de résine dont la capacité est adaptée à cet effet**. L'homogénéisation du mélange est obtenue par un agitateur à faible vitesse de rotation, pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange, en respectant **la durée de malaxage** de la fiche technique (quelques minutes) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme. Ensuite il faut aussi, en général, respecter **la durée de mûrissement** indiqué par la fiche technique avant d'utiliser le produit (quelques minutes).

Les revêtements de type LHM sont livrés dans des emballages contenant un bidon de résine et un sac contenant un mélange de ciment et de charges.

La préparation d'un produit LHM se déroule généralement comme suit : la résine est versée dans un récipient propre, puis on y ajoute le ciment et les charges en remuant le tout avec un agitateur à faible vitesse de rotation, pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange. Il convient de respecter la durée de malaxage de la fiche technique (quelques minutes) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme. Ensuite il faut aussi, en général, respecter la durée de mûrissement indiqué par la fiche technique avant d'utiliser le produit (quelques minutes).

Pour les mortiers à base de liants organiques, il faut commencer par préparer le mélange résine durcisseur comme décrit au début du présent article 3.5.3.2, puis y ajouter les charges. Le mélange final est généralement obtenu par un malaxeur à axe vertical plus puissant qu'un simple agitateur.

3.5.3.3 Cas de la préparation des produits à base de liants hydrauliques (enduits traditionnels, enduits monocouche…)

Pour la fabrication des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi, si les quantités à mettre en œuvre sont importantes, le mélange se fait, soit dans une bétonnière, soit dans le malaxeur associé à certaines machines de projection à moteur thermique ou électrique. Le mélange peut se faire manuellement dans une auge de maçon lorsque les quantités à mettre en œuvre sont faibles.

Photo n° 19 : machine à projeter avec sa cuve de malaxage et buse de projection en action (crédit photo Parexlanco)

Pour les mortiers traditionnels non prêts à l'emploi, les mortiers des différentes couches (enduits mis en place manuellement ou mécaniquement en trois couches ou réalisés mécaniquement en deux couches) sont dosés conformément aux dispositions du DTU 26.1 et fabriqués dans une auge de maçon ou dans une bétonnière.

3.5.4 MATERIELS DE MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS

Il est rappelé que la fiche technique d'un produit indique quels sont les différents outils et matériels nécessaires à sa mise en œuvre (application sur le support et finition). Par exemple, pour le surfaçage d'un mortier pour enduit, la fiche sélectionne l'outil le plus performant parmi les divers types de taloches utilisables (taloches en acier inoxydable, en matière plastique et alvéolées, feutrées, en polystyrène expansé…).

La fiche indique également quelles sont les précautions à prendre afin d'éviter les accidents, les intoxications, les pollutions…

L'utilisation de matériels et d'outils en acier inoxydable est rendue nécessaire par certains produits qui provoquent la corrosion de l'acier ordinaire (par exemple, les produits à base de liants acryliques ou vinyliques). En effet, des traces de rouille ne peuvent être admises lorsque le revêtement doit avoir une fonction d'aspect.

3.5.4.1 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non (mortiers de ragréage, enduits, impressions, imprégnations hydrophobes ou non, inhibiteurs de corrosion, peintures, revêtements plastiques [RPE et RPSE], revêtements bitumineux…)

3.5.4.1.1 Cas des produits prêts à l'emploi de préparation des supports (mortiers de ragréage, mortiers bouche-pores, enduits, impressions…)

- **Cas des mortiers de ragréage des dallages et des sols** :
  - les mortiers les plus fluides sont autolissants. Il est possible d'utiliser une raclette d'étalement réglable pour maîtriser leur épaisseur. Un rouleau débulleur termine l'opération,
  - d'autres mortiers moins fluides doivent être mis en œuvre avec une taloche et surfacés avec une lisseuse manuelle ou mécanique ;
- **Cas des mortiers de ragréage des parois** :
  - les mortiers sont mis en place, soit manuellement à la truelle et/ou à la taloche, soit mécaniquement avec l'aide d'une machine à projeter. Le surfaçage se fait avec une taloche dès que le mortier commence à tirer ;
  - certains mortiers d'imperméabilisation sont mis en place en plusieurs passes à la brosse ;
- **Cas des impressions ou primaires** :
  - les impressions sont mises en œuvre, soit au rouleau lainé, soit à la brosse.

Rappel : les impressions ont pour but de faciliter l'adhérence des lasures, des peintures… Par exemple, avant la mise en ouvre d'une lasure, l'impression qui régule la porosité peut-être :

- incolore si le parement du béton support présente une bonne régularité de teinte et d'aspect ;
- opacifiante si le parement présente des défauts de teinte ou d'aspect tel qu'un pommelage (teinte non uniforme) ;
- qualifiée de fixateur-égalisateur (teinté ou non) si le parement a été localement ragréé, présente des traces de ressuage…

3.5.4.1.2 Cas des produits et systèmes de protection tels que les imprégnations hydrofuges ou non, les lasures, les inhibiteurs de corrosion

- ces produits peuvent être mis en œuvre, suivant les cas, à la brosse, au rouleau lainé, au pulvérisateur (basse pression), au pistolet sans air ou avec air ;
- les inhibiteurs de corrosion sont mis en œuvre conformément aux dispositions des fiches techniques des fabricants, en général à l'aide d'une brosse, d'un rouleau ou d'un pulvérisateur à basse pression.

3.5.4.1.3 Cas des produits et systèmes de protection tels que les peintures à un seul composant :

- ces peintures peuvent être mises en œuvre à la brosse et au rouleau lorsque les surfaces à traiter sont réduites, mais ces procédés, tout comme le pistolet à air, présentent quelques inconvénients développés dans le tableau ci-dessous. Le recours au pistolet sans air (pression élevée ≈ 15.MPa) donne les meilleurs résultats, mais impose l'utilisation d'un diluant.

Remarque importante : il faut s'assurer de la compatibilité chimique du produit à projeter avec les matériaux constituant le matériel de projection (pompe, pistolet…). Par exemple, les liants acryliques et vinyliques sont corrosifs.

L'extrait partiel du tableau de la page 60 du guide technique de 2002 du LCPC donne ci-dessous les avantages et inconvénients des différents matériels de mise en œuvre.

Procédés d'application	Avantages	Inconvénients
Brosse	Bonne maîtrise des épaisseurs Pas de perte ni de projection Bonne « mouillabilité » de la surface	Rendements faibles Obtention de faibles épaisseurs de feuil
Rouleau	Rendements plus élevés que la brosse Pas de perte ni de projection	Mauvaise maîtrise des épaisseurs Inclusion d'air dans le feuil
Pistolet à air	Bons rendements, maîtrise et régularité des épaisseurs Obtention de fortes épaisseurs	Pertes et projections Inclusion d'air dans le feuil Accessibilité à certaines parties
Pistolet sans air	Bons rendements, maîtrise et régularité des épaisseurs Obtention de fortes épaisseurs	Pertes et projections Accessibilité à certaines parties

Tableau n° 23 : performances des matériels de mise en œuvre des peintures et revêtements

Il existe des pistolets à air basse pression dont le fonctionnement se rapproche des pistolets sans air, ce qui limite les projections nocives pour l'environnement, la santé et la qualité du travail.

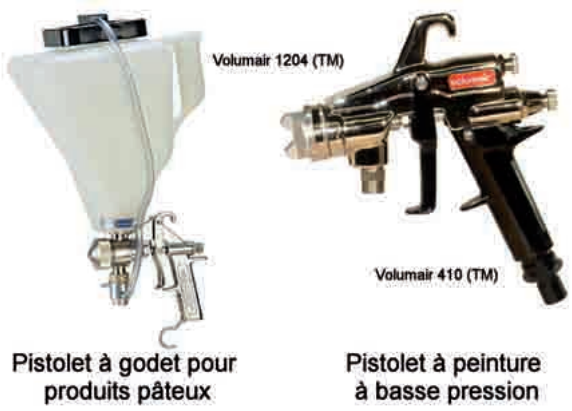


Photo n° 20 : pistolets divers pour projection de produits pâteux et pour peinture à basse pression (photos Volumair)

3.5.4.1.4 Cas des produits et systèmes de protection tels que les revêtements pour murs de façades (RPE, RPSE…) :

■ les RPE et RPSE peuvent être mis en place par plusieurs procédés qui dépendent de la finition recherchée. Les produits peuvent être mis en œuvre :

- au pistolet à pot de projection pour enduits pâteux ou avec une machine à projeter basse pression pour une finition projetée,
- à la taloche pour une finition talochée (lissée),
- à la taloche inox. La finition avec une taloche plastique permet d'obtenir un enduit ribbé,
- au rouleau lainé pour une finition roulée…,

Photo n° 21 : chantier de projection d'un revêtement (crédit photo Parexlanko)

■ les revêtements d'imperméabilisation à base de polymères peuvent être mis en place par les procédés suivants :

- au rouleau lainé en plusieurs couches lorsque le support n'est pas ou est faiblement fissuré (pas besoin d'armature),

- au rouleau lainé pour l'ensemble des couches. L'armature est intégrée à la première couche par marouflage à la taloche en acier inoxydable.

3.5.4.1.5 Cas des produits et systèmes de protection tels que les revêtements bitumineux :

- certains produits, relativement fluides, peuvent être appliqués à la brosse, au rouleau, au pistolet sans ou avec air ;
- d'autres, plus pâteux, sont à mettre en place à la taloche.

3.5.4.2 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi à base de liants organiques ou hydrauliques multicomposants (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, revêtements antigraffiti, systèmes d'étanchéité liquide [SEL], revêtements à base de liants hydrauliques modifiés [LHM], mortiers à base de liants organiques…)

3.5.4.2.1 Cas des produits et systèmes de protection tels que les peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, les revêtements antigraffiti et les systèmes d'étanchéité liquide (SEL)

- ces produits peuvent être mis en œuvre à la brosse et au rouleau lorsque les surfaces à traiter sont réduites, mais ces procédés, tout comme le pistolet à air, présentent quelques inconvénients développés dans le tableau ci-devant. Le recours au pistolet sans air (pression élevée ≈ 15.MPa qui oblige cependant à utiliser un diluant) donne les meilleurs résultats. Il existe des pistolets spéciaux (délicats d'utilisation) pour les produits bicomposants où le mélange des composants a lieu au niveau de la buse.

3.5.4.2.2 Cas des produits et systèmes de protection tels que les revêtements à base de liants organiques modifiés (LHM) et des mortiers à base de liants organiques

Il s'agit de mortiers mis en place en faible épaisseur.

- les mortiers LHM peuvent être mis en place à la brosse, au rouleau, à la spatule ou à la taloche,
- les mortiers à base de résines peuvent être mis en place pour la première couche à la taloche crantée et pour la seconde couche à la lisseuse ou à la taloche ;

3.5.4.3 Matériels de mise en œuvre des mortiers prêts ou non à l'emploi à base de liants hydrauliques pour enduits monocouche ou multicouches

3.5.4.3.1 Cas des mortiers d'imperméabilisation

Il s'agit des mortiers utilisés pour imperméabiliser les murs de fondation.

- ces mortiers d'imperméabilisation sont mis en place en plusieurs couches à la brosse ;

3.5.4.3.2 Cas des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi du type monocouche

Il s'agit des mortiers destinés à la réalisation des enduits des murs de façade. Ils peuvent nécessiter la mise en œuvre d'une impression préalable. Ces enduits sont réalisés normalement en deux passes séparées par un faible laps de temps.

■ ces mortiers sont mis en place à la machine à projeter ou manuellement à la truelle puis l'enduit est dressé à la règle pour obtenir l'épaisseur optimale permettant la réalisation de la finition souhaitée. Le passage d'une taloche plastique alvéolée pour resserrer l'enduit peut être nécessaire. Pour réaliser la finition recherchée, les techniques suivantes sont utilisées :

- pour une finition rustique, il faut projeter une seconde couche de faible épaisseur à base d'un gobetis adjuvanté,
- pour une finition rustique écrasée, l'enduit projeté en seconde couche est écrasé avec l'aide d'une taloche en plastique souple,
- pour une finition talochée, dès que la dureté de l'enduit est suffisante, celui-ci est taloché avec une taloche plastique alvéolée ou une taloche en bois,
- pour une finition grattée, l'enduit, après quelques heures de durcissement, est gratté avec l'aide d'un « gratton » (taloche cloutée) ou le tranchant d'une truelle,
- pour une finition grattée-grésée, l'enduit, après le passage du « gratton », est poncé à l'aide d'une brique de carborundum ou une ponceuse vibrante,
- etc.

Photo n° 22 : machine à projeter manuelle dite « Tyrolienne™ » (crédit photo Parexlanco)

Photo n° 23 : réalisation de diverses finitions de surface (crédit photo Parexlanko)

3.5.4.3.3 Cas des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi ou fabriqués sur le chantier mis en œuvre en plusieurs couches (enduits des murs en maçonnerie et enduits de dressement pour murs en béton) :

Il s'agit des mortiers destinés à la réalisation des enduits de murs de façade en maçonnerie (pas de murs en béton) conformément aux dispositions du DTU 26.1. Ces enduits, contrairement aux enduits monocouche, sont réalisés en plusieurs phases nécessitant des délais de séchage importants.

- les enduits à trois couches sont appliqués manuellement (truelle) ou mécaniquement (machine à projeter ou pot de projection) ;
- les enduits à deux couches sont réalisés mécaniquement (machine à projeter ou pot de projection).

Un enduit de dressement d'un mur en béton dont la planéité sort des tolérances est mis en œuvre comme les enduits traditionnels, mais en une seule couche conformément aux dispositions du DTU 26.1.

4 Modes opératoires

4.1 Généralités
4.2 Préparation du support
4.3 Préparation et réalisation de l'opération

4.1 Généralités

La réalisation d'une protection de surface pour béton comporte les trois phases suivantes :

- la préparation du support ;
- la préparation de l'opération ;
- la conduite de l'opération.

Ces différentes phases sont détaillées dans les articles 6.3 et 6.4 de la norme homologuée NF P 95-103. Ces différentes phases se trouvent également dans les différentes normes d'exécution et les différents DTU.

La procédure de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton et le cadre du document de suivi de l'opération sont également décomposés en trois sous-dossiers correspondant aux trois phases visées ci-dessus. Cependant, dans le présent guide et pour **des raisons de présentation**, la seconde et la troisième phase ont été liées.

L'ensemble des opérations liées aux trois phases est effectué conformément aux dispositions **de la procédure correspondant aux travaux à exécuter**, qui reprend **les exigences** du marché, de la norme homologuée NF P 95-103, de la notice d'emploi (fiche technique) du produit et des règles de l'art (fascicules du CCTG, DTU…). **Le document de suivi correspondant aux travaux à exécuter** est complété au fur et à mesure du déroulement des travaux.

4.2.1 GENERALITES – LE RELEVE DES DEFAUTS DU SUPPORT

La préparation du support est imposée par la norme homologuée NF P 95-103, qui donne une liste des défauts qui peuvent exister et évoque des techniques de préparation. Il est rappelé que le présent guide, dans l'article 3.2 consacré au choix des produits et systèmes de protection, donne **une liste exhaustive des différents défauts** que peut présenter un support en béton.

Dans **le domaine du bâtiment**, les différents DTU traitant de la mise en œuvre de revêtements de protection listent **les techniques de préparation des supports neufs et des supports anciens revêtus ou non** qui doivent être mises en œuvre, si besoin est, avant de procéder à l'application d'un produit ou d'un système de protection de surface. **Si des travaux de préparation complémentaires** (non prévus par le DTU) sont nécessaires, il appartient **au marché** de les imposer. L'article ci-après développe cette notion de « **de travaux de préparation du support** ».

Exemples de quelques défauts :

- des déformations de surface ;
- des balèvres et des nids de sable ou de cailloux ;
- des fissures ;
- des inclusions de débris (bois, papier, sciure, sable, polystyrène…) ;
- une humidité interne due à la présence d'eau en pression ou en contre-pression ;
- un ruissellement ou une stagnation d'eau ;
- des traces de calcite ;
- des algues, des moisissures et des lichens ;
- etc.

Photo n° 24 : relevé des défauts du support (crédit photo Parexlanko et Poineau)

Le marché complète, si nécessaire, les prescriptions de la norme et impose sur le chantier **un relevé contradictoire de l'état du support**. Ce relevé a déjà été évoqué dans l'article 3.2.2.1.5 ci-devant relatif au choix des produits. **Dans le domaine du bâtiment**, les DTU imposent ce relevé explicitement ou implicitement en fixant la qualité requise du subjectile.

Un relevé des défauts doit normalement figurer dans **les pièces du marché**. Il doit cependant être complété par **le relevé contradictoire de l'état du support**, qui permet, en marquant et en métrant les défauts et les fissures, **de contrôler le relevé du marché** et de fixer définitivement, après **l'épreuve de convenance**, les techniques de préparation du support.

La partie du relevé contradictoire consacrée aux **fissures** permet d'estimer le linéaire des fissures et donc d'en déduire le métré des produits à utiliser pour traiter, si besoin est, les fissures par les techniques visées dans le **GUIDE N°2 [FABEM]** et/ou le **GUIDE N°3 [FABEM]**.

Ce relevé contradictoire permet aussi d'éliminer de l'opération les fissures marquant la corrosion des armatures, une réaction de gonflement interne, une insuffisance de force portante… De telles fissures relèvent d'autres techniques de réparation. Par exemple :

- il est inutile de vouloir calfater ou ponter une fissure engendrée par la corrosion d'une barre de béton armé avant d'appliquer un revêtement de protection. Le traitement d'un tel désordre relève du **GUIDE N°1 [FABEM]** sur la reprise des bétons dégradés ;
- le traitement des fissures dues à une alcali-réaction ou une réaction sulfatique interne relève **du guide méthodologique de 2003 du LCPC** pour la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne…

4.2.2 QUALITE DU SUPPORT A OBTENIR APRES PREPARATION – TRAVAUX DE PREPARATION DU SUPPORT

4.2.2.1 Généralités

Le marché demande à **l'entrepreneur** de proposer à l'acceptation **du maître d'œuvre la procédure et le cadre du document de suivi relatifs à la préparation du support. Les techniques, le personnel ainsi que les moyens et produits à mettre en œuvre** seront ensuite validés par l'épreuve de convenance correspondante.

Cette procédure est intégrée dans **la procédure relative à l'ensemble des travaux à effectuer** (préparation du support, préparation des produits, mise en œuvre du revêtement de protection, contrôles…) et ce cadre de document de suivi est intégré dans **le cadre du document de suivi de l'ensemble des travaux.**

Les travaux de préparation du support (les DTU utilisent le terme de « **travaux avant mise en peinture** ») peuvent être décomposés en deux catégories :

- **les travaux préparatoires** ;
- **les travaux d'apprêts**.

En effet, si les exigences de mise en œuvre du revêtement ne sont pas satisfaites à cause de **la mauvaise qualité du support**, ce dernier doit subir une préparation plus ou moins importante. Ce sont les « **travaux préparatoires** » nécessaires pour obtenir **la qualité de surface** requise. Dans le domaine du bâtiment, **le marché** peut être plus sévère que le DTU et exiger **des travaux préparatoires complémentaires**.

Une fois la qualité du support obtenue, il est possible de passer aux « **travaux d'apprêts** », qui comprennent la mise en œuvre des couches primaires, des couches d'impression, des rebouchages, des enduisages… Là encore, dans le domaine du bâtiment, **le marché** peut être plus sévère que le DTU et exiger **des travaux d'apprêts complémentaires**.

Une fois toutes ces opérations effectuées, il est enfin possible de passer aux « **travaux de mise en œuvre du revêtement de protection** ».

Ces travaux préparatoires peuvent être décomposés en deux catégories :

- les travaux préparatoires qui relèvent **du domaine de la maçonnerie et/ou de la réparation** ;

- les travaux préparatoires qui relèvent **du domaine de la peinture**.

Les deux exemples ci-dessous explicitent les deux sortes de travaux préparatoires :

- la préparation d'un support neuf, qui ne présente ni défaut de planéité, ni défaut de surface, ni défaut de propreté, est une opération simple. **Les travaux préparatoires** se résument à un égrenage, un brossage et un époussetage. Ces travaux relèvent **du domaine de la peinture** ;
- la préparation d'un support ancien, qui comporte des défauts de planéité, de texture, de propreté… et qui est, de plus, revêtu, est une opération beaucoup plus complexe. Les travaux peuvent comporter un décapage de l'ancien revêtement, un nettoyage (lavage et dépoussiérage), des ragréages, le rebouchage partiel ou total du bullage et des nids de cailloux… Tous **ces travaux préparatoires** se partagent entre les deux domaines, **celui de la maçonnerie et celui de la peinture**.

Dans le domaine du bâtiment, le cahier des clauses techniques (CCT) de chaque DTU concerné **sépare en deux listes les travaux à effectuer** avant la mise en œuvre d'un revêtement de protection comme suit :

- les travaux faisant partie de la mise en œuvre de la protection ;
- les travaux non compris, sauf prescription contraire **du marché** (DPM) ;

Dans chaque DTU, à chaque **cahier des clauses techniques** (CCT) est associé un c**ahier des clauses spéciales** (CCS) qui complète les prescriptions du CCT et sépare en trois listes les travaux à effectuer avant la mise en œuvre d'un revêtement de protection comme suit :

- la liste des travaux faisant partie de la mise en œuvre de la protection ;
- la liste des travaux non compris, sauf prescription contraire **du marché** (DPM) ;
- la liste des travaux qui ne font pas partie de la mise en œuvre de produits et systèmes de protection.

En conclusion :

- **dans le domaine du bâtiment**, à partir de la comparaison **de l'état de la surface du support relevé avec celui requis** pour satisfaire aux exigences de qualité, **le marché** fixe :
  - tous **les travaux de préparation du support à effectuer** sans oublier **les travaux préparatoires et/ou d'apprêts complémentaires** qui ne figurent pas dans les listes du CCT et du CCS. Ces différents travaux sont à répartir dans **trois listes** comme ci-dessus ;
  - le corps de métier (le maçon ou le peintre)[35] qui est concerné par les travaux de chaque liste ;
- **dans le domaine du génie civil**, les mêmes principes peuvent s'appliquer.

Il est à noter que les nouvelles normes européennes n'apportent rien de nouveau sur la préparation du support :

- la norme européenne homologuée NF EN 1062-1 renvoie à la notice technique (fiche technique) du fabricant, aux normes nationales et aux exigences **du marché** ;
- la norme harmonisée NF EN 1504-10 traite de la préparation du support, mais les prescriptions de son article 7 sont très générales. C'est la seule norme de l'ensemble des normes européennes de la série NF EN 1504-** à traiter de la préparation du support.

[35] *La désignation **de l'intervenant** est importante dans le domaine du bâtiment car les travaux d'intervention sur un bâtiment sont en général divisés en lots.*

La norme homologuée NF P 95-101 (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement) donne dans la partie « b » du tableau n°1 les différentes méthodes permettant **d'éliminer le béton dégradé en surface.** Les méthodes utilisables sont décrites avec **leurs avantages et inconvénients**. Les produits destinés aux réparations de surface doivent être conforme à la norme expérimentale XP P 18-840 qui sera prochainement remplacée par la norme NF EN 1504-3 (consulter le **GUIDE n° 1 [FABEM]**).

Le marché peut encadrer voire interdire certaines de ces méthodes en fonction des risques qu'elles peuvent présenter :

- pour le personnel : la projection d'abrasifs à sec, le décapage à l'eau à haute pression nécessitent de prévoir des équipements de protection individuelle agréés ;
- pour l'environnement : la projection d'abrasifs à sec, le décapage chimique avec des acides dilués imposent de prévoir le recueil des déchets polluants ;
- pour le béton : le rabotage mécanique, le décapage thermique (intense) risquent de provoquer des amorces de fissures…

Remarque : la préparation d'un support nécessite, en général, au moins deux techniques de préparation. Une première de dégrossissage relativement agressive et une autre de finition.

4.2.2.2 Cas du domaine du bâtiment

GÉNÉRALITÉS

Dans le domaine du bâtiment, suivant **la famille de revêtement de protection** à mettre en œuvre (imprégnation, peinture, revêtement d'imperméabilité, enduit…), il faut appliquer un DTU particulier tel que :

- le DTU 59.1 pour les peintures… ;
- le DTU 59.2 pour les revêtements plastiques épais… ;
- etc.

Chaque DTU exige **une certaine qualité du subjectile** par l'intermédiaire **des classes de parements**. Ces classes sont visées par la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 21) relative à l'exécution des ouvrages en béton et/ou la norme homologuée NF P 18-210 (DTU 23.1) relative aux murs en béton banché, etc.

Ces classes de parements (parement élémentaire ou ordinaire ou courant ou soigné ou spécifié[36] par **le marché** [DPM]) imposent **des tolérances de planéité** d'ensemble à la règle de 2 mètres ou de planéité locale au réglet de 20 centimètres.

Ces classes imposent, de plus, des exigences concernant **l'épiderme et l'aspect du support** (teinte, texture, bullage, nids de sable et de cailloux, balèvres…) définies dans les différents DTU et le fascicule de documentation FD P 18-503 (surface et parements de béton – Éléments d'identification [se reporter au tableau n° 24 extrait du tableau D1 de l'annexe D du DTU 59.1 ci-après]).

La consistance finale des travaux à effectuer avant la mise en œuvre du revêtement est fixée en fonction de l'examen des résultats obtenus lors de **l'opération de préparation de la surface** des plaques, qui servent « **de surfaces de référence** » exigées par les différents DTU et qui constitue **l'épreuve de convenance de préparation du support**.

[36] *Le parement peut être bouchardé, architectonique…*

CAS DES REVÊTEMENTS DE PROTECTION À BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES

Le cahier des clauses spéciales du DTU 26.1, qui donne **la consistance des travaux**, est annexé à la norme homologuée NF P 15-201-2. Ce texte s'applique aux travaux neufs comme aux travaux de rénovation exécutés sur d'anciens fonds revêtus ou non.

Les travaux à réaliser appartiennent entièrement au domaine de la maçonnerie et/ou de la réparation, sauf si un revêtement de finition, tel qu'une mise en peinture, est prévu.

La qualité du support doit être conforme aux prescriptions du chapitre n°3 de la norme homologuée NF P 15-201 (DTU 26.1) qui exigent :

- la propreté de la surface (avec élimination de l'ancien revêtement si nécessaire) ;
- l'arasement des balèvres trop saillantes ;
- le rechargement par **un enduit de dressement** des surfaces présentant des défauts de planimétrie (se reporter au chapitre 6 du DTU 26.1 et aux DTU 21 et 23.1…) ;
- soit le brossage ou le piquage des surfaces trop lisses, soit leur nettoyage et l'application d'une couche d'accrochage (gobetis). Ces divers traitements ont pour but d'améliorer l'adhérence de l'enduit ;
- l'humidification de la surface du support au moins douze (12) heures avant la mise en œuvre de l'enduit. La surface doit être « ressuyée » lors de l'application de l'enduit…

Le marché fixe la qualité de finition de l'enduit qui peut-être lissé, taloché, projeté. La finition doit être compatible avec la mise en place d'un revêtement de protection ou décoratif si une telle finition est prévue. D'autres finitions sont possibles (rustique, tyrolien…).

CAS DES REVÊTEMENTS DE PROTECTION À BASE DE LIANTS ORGANIQUES (imprégnations, lasures, peintures et revêtements assimilables à une peinture [RPSE et revêtements à base de résines époxydes et polyuréthannes])

Le cahier des clauses spéciales du DTU 59.1, qui donne **la consistance des travaux**, est annexé à la norme homologuée NF P 74-201-2. Ce texte s'applique aux travaux neufs comme aux travaux de rénovation exécutés sur d'anciens fonds revêtus ou non.

La qualité du support (hors **subjectiles de sols** qui, eux, relèvent de la norme homologuée NF P 74-230 [DTU 59.3]) doit être conforme aux prescriptions des articles n°4, 5 et 6 de la norme homologuée NF P 74-201 (DTU 59.1), comme suit :

- l'article n°5 fixe des exigences, en particulier de planéité, pour **les enduits à base de mortiers hydrauliques**, qui sont ceux de la norme homologuée NF P 15-201-1 (DTU 26.1 : Enduits aux mortiers de ciments, de chaux…) :
  - enduits courants : flèche ≤ 1 cm à la règle de 2 m,
  - enduits exécutés entre nu et repères ≤ 0,5 cm à la règle de 2 m,
  - surface régulière sans soufflures, cloques et fissures,
  - arêtes sans épaufrures ni écornures,
  - défaut d'aplomb ≤ 0,015 m sur 3 m pour les enduits exécutés entre nu et repères (ne s'applique ni aux enduits à deux couches, ni aux enduits monocouche d'imperméabilisation) ;

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m (mm)	Planéité locale rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous le réglet) hors joints (mm)	Caractéristiques de l'épiderme et tolérances d'aspect
Ordinaire	15	6	Uniforme et homogène Nids de cailloux et zones sableuses ragrées Balèvres affleurées par meulage Surface individuelle des bulles ≤ 3 cm²
Courant	7	2	Profondeur ≤ 5 mm Étendue maximale des nuages de bulle 25 % Arêtes et cueillies rectifiées et dressées
Soigné	5	2	Identiques aux parements courants mais l'étendue des nuages de bulles ≤ 10 %

Tableau n° 24 : tolérances de planéité

- l'article n°5 fixe des exigences, en particulier de planéité, pour **les bétons bruts de décoffrage** :

  - **les parements extérieurs exposés à la pluie** destinés à rester brut ou à être revêtus de peinture **doivent être classés soignés**. Sauf disposition contraire **du marché** (DPM), les parements élémentaires ou ordinaires sont admis dans les autres cas ;

  - le tableau D1 de l'annexe D du DTU 59.1 donne les tolérances de planéité, les caractéristiques de l'épiderme et les tolérances d'aspect pour les 4 classes de parements peau. Le tableau n° 1 ci-devant est un extrait du tableau D1 ;

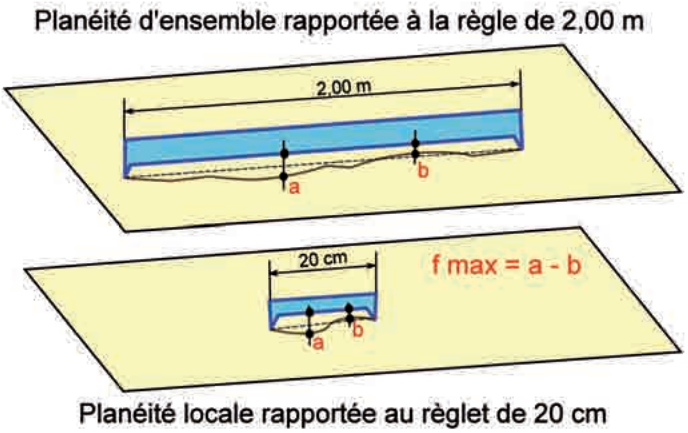


Figure n° 9 : contrôle à la règle et au réglet de la planéité d'une paroi en béton

Des travaux préparatoires complémentaires de maçonnerie et/ou de réparations doivent être effectués si les exigences de planéité et les tolérances d'aspect ne sont pas satisfaites.

- dans le cas d'un support ancien nu ou revêtu, outre sa reconnaissance préalable, **le marché** fixe **les travaux préparatoires complémentaires ou non à exécuter** de façon à ce que l'état de surface du support soit comparable à celui d'un support neuf (par exemple, le rebouchage des bulles en excès si l'étendue des nuages de bulles dépasse 10 % sur un parement qui doit être soigné) ;
- l'article n°6.5.6.9 indique que **les systèmes de peintures** ne sont pas faits pour résister aux dilatations et retraits des matériaux et **aux fissures** qu'ils engendrent. Il est donc nécessaire :

  - soit de traiter les fissures et de renforcer la structure si celle-ci présente des fissures d'origine structurelles,

  - soit de traiter les fissures par injection, calfeutrement ou pontage (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM]** et au **GUIDE N°3 [FABEM]**),

- soit d'utiliser **un revêtement de protection armé ou non apte à ponter les fissures** (se reporter au tableau de la norme expérimentale XP T 34-722 qui fixe la classe de résistance à la fissuration des produits en fonction de l'ouverture des fissures et à la norme homologuée NF P 84-404 [DTU 42.1] relative aux revêtements d'imperméabilité) ;

Rappel : les RPSE peuvent seulement traiter le faïençage du support d'après le fascicule de documentation FD T 30-808.

- l'article n°5 fixe les prescriptions générales suivantes applicables aux différents supports à base de liants hydrauliques :
  - absence de taches d'humidité de moisissures…,
  - absence d'efflorescences ou salpêtre après brossage et époussetage,
  - absence de taches de rouille, de taches d'huile et de graisse,
  - absence d'inscriptions à l'encre ou au crayon gras, de graffiti,
  - absence de pulvérulence après brossage,
  - absence d'un excès de produit de démoulage qui doit être compatible avec le revêtement de protection[37],
  - taux d'humidité inférieur à 5 % en masse,
  - pH au plus égal à 13… ;

La présence des défauts susvisés impose **des travaux préparatoires** qui relèvent **du domaine de la peinture**.

- les tableaux n°4, 5 et 6 de l'article n°4 fixent **les travaux préparatoires** du support à effectuer par le peintre (brossage, époussetage et égrenage) en fonction de l'état de finition recherché du revêtement de protection (l'article 6.2.3 explicite les différentes finitions : A, B, C… Chaque finition pouvant être mate, satinée ou brillante) ;
- **le marché** peut fixer des exigences plus sévères que le DTU. Par exemple, pour des raisons d'aspect, **le marché** peut exiger la suppression de tout bullage, ce qui impose « un enduit de lissage en plein ».

CAS DES REVÊTEMENTS DE PROTECTION PLASTIQUES ÉPAIS (RPE)

Le cahier des clauses spéciales du DTU 59.2, qui donne **la consistance des travaux**, est annexé à la norme homologuée NF P 74-202-2. Le DTU 59.2 s'applique aux travaux neufs comme aux travaux de rénovation exécutés sur d'anciens fonds revêtus ou non.

La qualité du support doit être conforme aux prescriptions des articles n°3 et n°4 de la norme homologuée NF P 74-202 (DTU 59.2), comme suit :

- le chapitre n°3 précise que les RPE ne s'appliquent pas sur les surfaces horizontales ou inclinées à moins de 45°, exposées à la pluie, sur les joints de construction et sur les soubassements de murs soumis à des remontées capillaires ;
- le chapitre n°3, pour les supports en maçonneries d'éléments, se réfère à la norme expérimentale XP P 10-202-1 (DTU 26.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments) dont l'article 5.2 fixe les tolérances de planéité et d'état de surface avant réalisation de l'enduit. Les tolérances de planéité après exécution de l'enduit figurent au chapitre 13 de la norme homologuée NF P 15-201-1 (DTU 26.1 : enduits aux

[37] *En cas de cure du béton, le produit de cure doit être éliminé ou être compatible avec les produits de protection à mettre en œuvre.*

mortiers de ciments, de chaux…). Ces tolérances déjà citées ci-devant sont rappelées ci-dessous :

- enduits courants : flèche ≤ 1 cm à la règle de 2 m,
- enduits exécutés entre nu et repères : ≤ 0,5 cm à la règle de 2 m,
- surface régulière sans soufflures, cloques et fissures,
- arêtes sans épaufrures ni écornures,
- défaut d'aplomb : ≤ 0,015 m sur 3 m pour les enduits exécutés entre nu et repères (ne s'applique ni aux enduits à deux couches, ni aux enduits monocouche d'imperméabilisation) ;

• le chapitre n°3 fixe des exigences, en particulier de planéité pour **les bétons bruts de décoffrage** qui sont celles **des parements soignés ou courants** de la norme homologuée NF P 18-201 (DTU 23.1 : Murs en béton banchés). Se reporter au tableau n° 24 ci-devant ;

Des travaux préparatoires complémentaires de maçonnerie et/ou de réparations doivent être effectués si les exigences de planéité et les tolérances d'aspect ne sont pas satisfaites.

• conformément aux chapitres n°3 et n°4, dans le cas d'un support ancien nu ou revêtu, outre sa reconnaissance préalable, **le marché** doit fixer **les travaux préparatoires complémentaires ou non à exécuter** de façon à ce que l'état de surface du support soit comparable à celui d'un support neuf ;

Nota : *pour les ouvrages neufs,* ***le marché*** *(DPM) fixe la classe du parement à exécuter.*

• le chapitre 2 indique que **les RPE** ne sont pas faits pour résister aux dilatations et retraits des matériaux et **aux fissures** qu'ils engendrent. Ils peuvent seulement masquer le faïençage du support. Il est donc nécessaire :

- soit de traiter les fissures et de renforcer la structure si celle-ci présente des fissures d'origine structurelles,
- soit de traiter les fissures par injection, calfeutrement ou pontage (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM]** et au **GUIDE N°3 [FABEM]**),
- soit d'utiliser **un revêtement de protection armé ou non apte à ponter les fissures** (se reporter au tableau de la norme expérimentale XP T 34-722 qui fixe la classe de résistance à la fissuration des produits en fonction de l'ouverture des fissures et à la norme homologuée NF P 84-404 [DTU 42.1] relative aux revêtements d'imperméabilité) ;

• le chapitre 4 liste **les travaux préparatoires** adaptés à l'état et à la nature du support. Ces travaux doivent permettre :

- d'éliminer les taches d'humidité de moisissures…,
- d'éliminer les traces d'efflorescences ou de salpêtre après brossage et époussetage,
- d'éliminer les taches de rouille, de taches d'huile et de graisse,
- d'éliminer les inscriptions à l'encre ou au crayon gras, les graffiti,
- de stabiliser la pulvérulence après brossage,
- d'éliminer les excès de produit de démoulage qui doit être compatible avec le revêtement de protection[38],

[38] *En cas de cure du béton, le produit de cure doit être éliminé ou être compatible avec les produits de protection à mettre en œuvre.*

- de meuler les reliefs trop importants d'un revêtement existant,
- d'avoir un pH du support au plus égal à 12… ;

• **le marché** peut fixer des exigences plus sévères que le DTU. Par exemple, pour des raisons d'aspect, **le marché** peut exiger un rebouchage du bullage du béton.

■ **CAS DES REVÊTEMENTS DE PROTECTION À BASE DE LIANTS ORGANIQUES (PEINTURES…) APPLICABLES AUX SOLS EN BÉTON** :

Le cahier des clauses spéciales du DTU 59.3, qui donne la consistance des travaux, est annexé à la norme homologuée NF P 74-203-2. Le DTU 59.3 s'applique aux travaux neufs comme aux travaux de rénovation exécutés sur d'anciens fonds revêtus ou non.

La préparation du support doit être conforme aux prescriptions des chapitres n°3 et n°4 de la norme homologuée NF P 74-203 (DTU 59.3), comme suit :

• le chapitre n°3 fixe des exigences de planéité pour **les planchers en béton surfacé**, **les chapes ou dalles et les dallages sur terre-plein** :

- pour les planchers en béton surfacé, le parement est de classe **courante ou soignée** en conformité avec l'article 7.2 du DTU 21 (se reporter à l'extrait du tableau D1 ci-devant),
- les chapes ou dalles doivent satisfaire au DTU 26.2,
- les dallages sur terre-plein réalisés conformément aux règles professionnelles **doivent présenter, soit une finition de surface de béton surfacé, soit une chape incorporée ou rapportée** ;

Photo n° 25 : décapage d'un ancien revêtement de sol (crédit photo Parexlanko et Poineau)

Des travaux préparatoires complémentaires de maçonnerie et/ou de réparations doivent être effectués si les exigences de planéité et les tolérances d'aspect ne sont pas satisfaites.

• conformément aux chapitres n°3 et n°4, dans le cas d'un support ancien nu ou revêtu, outre sa reconnaissance préalable, **le marché** doit fixer **les travaux préparatoires complémentaires ou non à exécuter** de façon à ce que l'état de surface du support soit comparable à celui d'un support neuf ;

• le chapitre 2 indique que **les peintures de sols** ne sont pas destinées à résister à la microfissuration. Il est donc nécessaire :

- soit de traiter les fissures et de renforcer la structure si celle-ci présente des fissures d'origine structurelles,
- soit de traiter les fissures par injection, calfeutrement ou pontage (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM]** et au **GUIDE N°3 [FABEM]**),
- soit d'utiliser un revêtement de protection armé ou non apte à ponter les fissures (se reporter au tableau de la norme expérimentale XP T 34-722, qui fixe la classe de résistance à la fissuration des produits en fonction de l'ouverture des fissures ;

- le chapitre n°3 fixe les prescriptions générales suivantes applicables à l'état de surface des sols :
  - absence de taches (sans préciser leur nature)…,
  - absence de projection de produits gras,
  - absence de plâtre,
  - absence de mortier ;

Le tableau ci-dessous, extrait partiel du tableau du DTU 59.3, donne les autres prescriptions concernant la qualité des supports

Caractéristiques	Prescriptions (1)	
	Béton	Mortier
Humidité (en % de la masse sèche)	h ≤ 4	h ≤ 4
Porosité (durée d'absorption en secondes)	60 < a ≤ 240	60 < a ≤ 240
Pulvérulence (cliché de référence à ne pas dépasser)	R ≥ 1	R ≥ 0,5
pH	de 8 à 12	de 8 à 12

Tableau n° 25 : caractéristiques minimales à exiger du support en béton (extrait du DTU 59.3)

Nota (1) : *les méthodes de mesure sont données en annexe au DTU 59.3.*

En cas de cure du béton, le produit de cure doit être éliminé ou être compatible avec les produits et systèmes de protection à mettre en œuvre.

- le chapitre n°3 fixe les prescriptions générales suivantes applicables aux sols anciens revêtus ou non :
  - les supports anciens revêtus doivent être éliminés :
    - dans le cas d'une incompatibilité avec le nouveau revêtement,
    - si les caractéristiques mécaniques sont insuffisantes,
    - si le revêtement est écaillé ou cloqué sur plus de 10 % de la surface ;
  - les supports anciens non revêtus doivent satisfaire aux tolérances de planéité et d'état de surface des supports neufs listées ci-devant avec les dérogations suivantes :
    - d'éventuelles taches et souillures peuvent être admises,
    - des fissures et des éclats sont admissibles, l'absence de taches est imposée (sans préciser leur nature)… ;

Nota : le marché *(DPM) peut ne pas retenir les dérogations sur l'état de surface d'un support.*

- le chapitre 4 traite **des travaux préparatoires** à effectuer sur les supports neufs ou anciens :
  - **dans le cas des supports neufs :**
    - les supports sont égrenés, brossés et dépoussiérés,
    - les surfaces glacées ou recouvertes de laitance sont à traiter par voie chimique ou mécanique pour rendre le support apte à recevoir le revêtement,
    - après séchage, si le pH n'est pas compris entre les deux limites du tableau ci-devant (8 et 12), un nouveau rinçage à l'eau claire est nécessaire…,

- **dans le cas des supports anciens non revêtus, suivant l'état du support, les opérations suivantes sont à exécuter :**
  - nettoyage et dépoussiérage,
  - lavage simple ou à haute pression,
  - meulage,
  - projection d'abrasifs,
  - traitement chimique (acide) ou physico-chimique (décapant) suivi de deux rinçages à l'eau claire,
  - traitement thermique,
  - traitement algicide (contre les algues) et/ou fongicide (contre les champignons)…,

Rappel : le marché peut encadrer ou interdire certaines de ces méthodes de préparation de la surface du béton. Le tableau n° 27 ci-après donne les avantages et les inconvénients de différentes méthodes de préparation de la surface du béton.

Photo n° 26 : nettoyage d'un support en béton à l'eau sous pression, à l'eau sous THP et par sablage (abrasifs autorisés) (crédit photo Parexlanko et Poineau)

Après lavage, le subjectile doit être séché. Le délai de séchage peut atteindre trois semaines. Après séchage, le pH doit être ≥ 8. Si tel n'est pas le cas, un autre rinçage à l'eau claire s'impose.

Les éclats et les légers défauts de surface sont ragréés avec un mortier de type LHM ou une résine chargée.

- **dans le cas des supports anciens revêtus : si les anciennes peintures sont à éliminer, cette opération peut être effectuée par les procédés suivants :**
  - décapage mécanique suivi d'un dépoussiérage,
  - décapage thermique,
  - décapage chimique suivi d'au moins deux rinçages à l'eau claire,
  - projection d'abrasifs…,

Rappel : le marché peut encadrer ou interdire certaines de ces méthodes de préparation de la surface du béton.

- **dans le cas des supports anciens revêtus : si les anciennes peintures sont à conserver, les opérations suivantes sont à effectuer :**
  - lavage à l'eau sous pression suivi d'un dépolissage, si nécessaire,
  - lessivage suivi d'un rinçage et d'un dépolissage, si nécessaire…,

- **le marché** peut fixer des exigences plus sévères que le DTU. Par exemple, pour des raisons d'aspect, **le marché** peut fixer des exigences de planéité plus serrées, de rattrapage des niveaux de pente, d'amélioration de l'étanchéité du support… (se reporter à l'article 2.1 du DTU).

■ CAS DES REVÊTEMENTS D'IMPERMÉABILITÉ À BASE DE POLYMÈRES :

Le cahier des clauses spéciales du DTU 42.1, qui donne **la consistance des travaux**, est annexé à la norme homologuée NF P 84-404-2. Le DTU 42.1 s'applique aux travaux de rénovation de façades en service revêtues ou non.

La qualité du support doit être conforme aux prescriptions des articles n°1, 4 et 6 de la norme homologuée NF P 84-404-1 (DTU 42.1), comme suit :

- l'article n°1 précise que les revêtements d'imperméabilité ne s'appliquent pas sur les surfaces inclinées à plus de 10° sur la verticale à l'exception de certains éléments de largeur limitée, aux parois en contact avec l'humidité (murs de soutènement) ou soumises à des remontées capillaires ;
- l'article n°4 ne fixe **aucune exigence de planéité au support**, sauf disposition contraire **du marché** (DPM). Il impose simplement d'exécuter les ragréages localisés nécessaires et le bouche-bullage nécessaire pour assurer la fonction d'imperméabilité du revêtement ;

Des travaux préparatoires complémentaires de maçonnerie et/ou de réparations, sous forme **d'un dressage** de l'ensemble des surfaces, doivent être effectués si des exigences de planéité sont fixées.

- conformément à l'article n°4, la reconnaissance de **l'état du support** est nécessaire, qu'il soit ou non revêtu. La présence d'un ancien revêtement organique oblige à faire effectuer **une véritable étude préalable**. Ces opérations sont détaillées ci-après :

  - cas d'un support non revêtu :

    - au minimum un nettoyage du support doit être effectué ;
    - dans le cas d'un support présentant des reliefs importants (enduit tyrolien, enduit jeté-truelle…), il faut, soit abattre les reliefs puis nettoyer le support, soit nettoyer le support puis appliquer un enduit de dressage ;

Le marché (DPM) fixe **les travaux préparatoires complémentaires** à effectuer dans le cas d'un support à reliefs.

- cas d'un support revêtu d'une imprégnation hydrophobe ou d'une peinture silicatée :

  - après nettoyage et séchage du support, une couche de préparation adaptée doit être appliquée sur le support avant de procéder à la mise en œuvre du nouveau revêtement ;

- cas d'un support ancien avec un revêtement organique (film mince, RPSE, RPE, revêtement d'imperméabilité) :

  - si l'épaisseur du revêtement existant est < 300 µm et si le nouveau revêtement appartient aux classes I1 à I4, une étude préalable dont le détail figure à l'annexe B du DTU s'impose. Elle peut déboucher sur l'obligation d'un décapage,
  - si l'épaisseur du revêtement existant est > 300 µm et si le nouveau revêtement appartient à la classe I1, il faut faire **l'étude préalable**. Pour les autres classes, de I2 à I4, le décapage s'impose,

- si l'ancien revêtement est conservé, il faut s'assurer de sa compatibilité avec le nouveau revêtement. Ensuite un nettoyage s'impose. Enfin, une couche de préparation adaptée doit être appliquée avant mise en œuvre du nouveau revêtement ;

- lorsque la surface totale à revêtir dépasse 500 m², **l'étude préalable** doit être réalisée avant l'appel d'offres. Dans le cas contraire, elle peut être réalisée par l'entrepreneur. En l'absence d'étude préalable, le décapage de l'ancien revêtement est obligatoire ;
- l'article n°6 indique que le décapage de l'ancien revêtement peut être effectué comme suit :
  - soit par décapage chimique, qui doit être suivi d'un raclage et d'un rinçage à l'eau sous pression,
  - soit par décapage thermique, qui doit être suivi d'un raclage et d'un rinçage à l'eau sous pression ;

Remarque : le décapage chimique ou thermique a pour but de ramollir l'ancien revêtement afin de pouvoir l'enlever par raclage et non de décaper la surface du béton.

- l'article n°6 indique que le nettoyage du support doit être effectué comme suit :
  - avec un nettoyeur sous pression pour éliminer les salissures et particules peu adhérentes,
  - par l'application de produits algicides et/ou fongicides en présence d'algues et de champignons. Ces traitements doivent être compatibles avec le revêtement.
- l'article n°6 indique que les joints du gros œuvre et ceux correspondants aux fissures déjà traitées doivent être refaits conformément aux règles de l'art (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM]**) ;
- l'article n°6 indique enfin comment traiter les différentes sortes de fissures et lézardes du support. Ces traitements sont résumés dans le tableau ci-après (se reporter au **GUIDE N°2 [FABEM] et/ou au GUIDE N°3 [FABEM]**).

Fissures ou lézardes	Emplacement	Traitement
Lézardes > 2 mm		Une étude préalable doit déterminer l'origine des désordres et leur évolution prévisible avant de définir le traitement à appliquer.
Fissures localisées susceptibles de mouvements	Acrotères, chaînage…	1er cas : - la fissure est laissée en l'état, - elle peut être ou non rebouchée au moyen d'un enduit pâteux suivant son ouverture, - elle est recouverte d'un revêtement de classe I4 armé localement ou généralisé.
		2ème cas : - une saignée de 5 mm x 5 mm est ouverte, - un calfeutrement est réalisé avec un produit pâteux adapté, - un revêtement de classe I4 est mis en œuvre au moins localement. Il est armé ou non armé (une couche d'impression + 3 couches et une épaisseur de 0,6 mm).
		3ème cas : - la fissure est transformée en un véritable joint avec un calfeutrement en mastic, - le joint est ou n'est pas recouvert par le revêtement.
Fissures réparties	Support dans son ensemble	la classe du revêtement est choisie en fonction de l'importance des fissures (se reporter au tableau n° 2 dans l'article sur le choix des produits).

Tableau n° 26 : les différents traitements applicables aux parties fissurées (article 6 du DTU 42.1)

- le marché peut fixer la ou les méthodes de traitement des fissures à partir des résultats de la reconnaissance du support.

LE DOMAINE D'EMPLOI DES TRAVAUX D'APPRÊTS

La mise en œuvre de couches d'impression est à prévoir par exemple :

- lorsque la notice technique (fiche technique) du système de revêtement l'impose ;
- si la préparation du support n'a pu venir à bout de certaines taches… Dans un tel cas, la couche d'impression doit être anti-contaminante ;
- si le support présente de fortes différences de teinte. Dans un tel cas, la couche d'impression doit être opacifiante voire teintée ;
- si le support est farineux ou recouvert d'un revêtement à conserver. Dans de tels cas, une couche d'impression fixante et pénétrante est à prévoir…

4.2.2.3 Cas du domaine du génie civil

GÉNÉRALITÉS

Dans le domaine du génie civil, **la préparation du support** est traitée dans les documents suivants :

- l'article 83 du chapitre 8 de l'additif au fascicule 65A du CCTG qui fait référence au guide technique de 1999 du LCPC sur la mise en peinture des bétons ;
- le chapitre 3 du guide technique de 1999 du LCPC relatif à la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- l'article 4 de la note d'information technique de 1978 du LCPC relative à la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- le chapitre 6 du guide technique de 2002 du LCPC sur l'application de produits et systèmes de protection à la surface du parement qui fait référence au guide technique de 1999 du LCPC et à la norme harmonisée NF EN 1504-10 ;

Remarque : la note d'information technique de 1978 a été remplacée par le guide technique de 1999 du LCPC. Elle présente cependant l'intérêt de montrer de nombreuses photographies de défauts de surface de béton avant et après travaux préparatoires, qui explicitent bien l'intérêt des traitements correctifs.

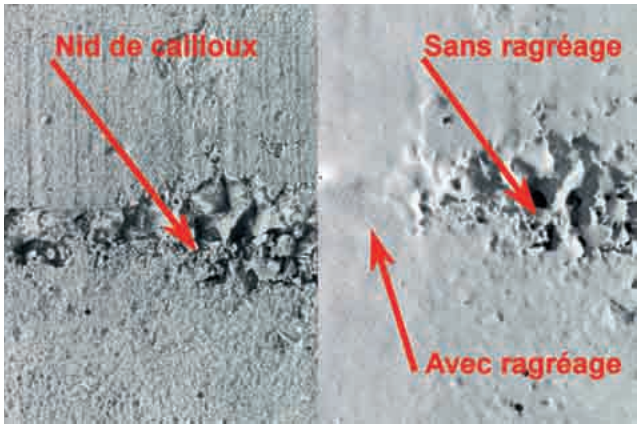


Photo n° 27 : Aspect final d'un revêtement sans et avec ragréage préalable d'un nid de cailloux (extrait d'une note d'information du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées parue en 1978)

Le relevé des défauts annexé aux pièces techniques **du marché** et le relevé **contradictoire de l'état du support** permettent de classer les défauts et caractéristiques du support en plusieurs catégories (se reporter à l'article 3.2 relatif au choix des produits et systèmes de protection) :

- les défauts géométriques d'ensemble du support ;
- les défauts de la structure superficielle du support ou texture ;
- les défauts d'aspect dus aux salissures ;
- les défauts d'aspect dus à des défauts de teinte ;
- les caractéristiques physiques et chimiques du support ;
- les défauts liés à la présence de fissures…

Le revêtement de protection devant satisfaire à **une ou plusieurs fonctions** (esthétique, protection contre la pénétration d'agents agressifs, résistance au lessivage, durabilité…), **le marché** doit fixer :

- d'une part, **les tolérances de forme** (planéité) et **d'aspect** (propreté, absence de bullage, rugosité…) auxquelles le support doit satisfaire avant l'application du revêtement de protection ;
- d'autre part, la consistance minimale **des travaux préparatoires et des travaux d'apprêts** pour que le revêtement mis en œuvre satisfasse aux fonctions recherchées. La consistance finale des travaux à effectuer avant mise en œuvre du revêtement est fixée dans **la procédure d'exécution des travaux**, en fonction de l'examen des résultats obtenus lors de **l'épreuve de convenance de préparation du support**.

Il est rappelé que le présent guide ne traite pas **des travaux de réparation des matériaux** (le béton et les armatures) **ni de la structure**. Se reporter aux autres guides de la collection.

PRINCIPAUX DÉFAUTS ET CARACTÉRISTIQUES À TRAITER À CAUSE DE LEUR INCIDENCE NÉFASTE SUR LES FONCTIONS RECHERCHÉES DU REVÊTEMENT DE PROTECTION

- défauts géométriques d'ensemble du support :
  - défauts de planéité locale ou générale (simple rappel),
  - balèvres marquées et non rectilignes (joints entre panneaux de coffrage),
  - arêtes irrégulières (cassures et arrachements),
  - présence de ragréages en creux ou en relief.

La mise en œuvre d'un revêtement de protection ne corrige pas les défauts de planéité, qui peuvent même être soulignés. Le ragréage des balèvres, des arêtes et des défauts de planéité locaux marqués est à prévoir **au marché**. Les défauts de planéité généraux imposent des ragréages importants et coûteux qui ne sont à prévoir que pour les parements visibles à courte distance.

Le marché fixe le parement de référence (parement soigné simple ou parement soigné fin), ce qui impose la planéité locale, voire générale, à obtenir après préparation.

Certaines des techniques de réparation décrites dans le **GUIDE n°1 [FABEM]** sont applicables à la reprise des défauts géométriques d'ensemble du support.

- défauts concernant la structure superficielle du support :
  - nids de sable et de cailloux,
  - bullage,

- laitance,
- faïençage, microfissures et fissures (ne marquant pas un défaut de résistance de la structure),
- présence d'un ancien revêtement.

Les nids de sable ou de cailloux doivent être débarrassés des éléments non adhérents, puis rebouchés, car ils nuisent à la fois à l'adhérence du revêtement et à l'aspect.

Le bullage nuit à l'étanchéité de la peau du béton et à son aspect. Un rebouchage du bullage s'impose donc.

La laitance, sous forme de plaques peu adhérentes de 1 à 2 mm d'épaisseur, doit être éliminée. Un ragréage localisé peut-être nécessaire en cas de différences locales de niveau.

Les fissures qui peuvent favoriser la pénétration des agents agressifs doivent être traitées (se reporter au tableau n° 4 ci-devant et au **GUIDE N°2 [FABEM]** et au **GUIDE N°3 [FABEM]**).

Le faïençage et la microfissuration peuvent être traités par le revêtement. Il faut armer le revêtement si les fissures sont généralisées et ouvertes.

La présence d'un ancien revêtement nécessite **une étude spécifique** avant le lancement de l'appel d'offre pour savoir s'il est possible d'appliquer le nouveau revêtement sur l'ancien (attention à la compatibilité des deux revêtements) ou si son élimination s'impose. Se reporter à l'article 4.2.2.2 ci-devant qui donne la consistance de cette étude dans le domaine du bâtiment.

- défauts d'aspect liés à la présence de salissures plus ou moins adhérentes :
  - dépôts de mortier, de plâtre, de coulis d'injection,
  - poussière,
  - taches diverses (huile, graisse…),
  - traces de produits de décoffrage et/ou de cure,
  - traces de rouille et de calcite,
  - présence de microorganismes…

Tous ces défauts nuisant à l'adhérence du revêtement de protection, ils doivent être éliminés.

- défauts de teinte du support :
  - variations de teinte,
  - taches noires,
  - pommelage…

Tous ces défauts risquent de provoquer des différences de teintes du revêtement (c'est le cas des lasures). Le traitement consiste à appliquer une couche d'apprêt opacifiante teintée ou non.

- caractéristiques physiques et chimiques de la peau du béton :
  - lisse (glacée) et peu absorbante,
  - rugueuse et absorbante,
  - farineuse
  - perméable,
  - poreuse,
  - humide,
  - pH élevé…

Les surfaces glacées (d'origine ou après meulage) doivent être déglacées par projection d'abrasifs ou à l'eau sous pression. Les surfaces trop absorbantes doivent être traitées par une couche d'apprêt adapté.

La présence d'humidité n'est souhaitable que pour les revêtements à base de liants hydrauliques. Dans les autres cas, le support doit être sec. Le séchage peut être effectué par un rayonnement infrarouge ou par de l'air chaud et sec.

Le contrôle du pH est à faire après un traitement avec enlèvement de matière. Il faut normalement attendre que la peau du béton soit de nouveau carbonatée en surface avant d'appliquer un revêtement à base de liants organiques.

LE DOMAINE D'EMPLOI DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PRÉPARATION DU SUPPORT

Le tableau ci-après donne le domaine d'emploi des différentes techniques de préparation du support. Il est extrait **du guide technique de 2002 du LCPC.**

Technique de préparation	Traitement des défauts de planéité	Nettoyage des salissures peu adhérentes	Nettoyage des taches de gras	Amélioration de la rugosité superficielle	Élimination des micro-organismes
Égrenage, brossage et dépoussiérage		Oui			
Ponçage	Oui	Oui plus ou moins			
Lessivage avec détergents		Oui plus ou moins	Oui avec détergents et eau chaude		Oui avec biocides
Lavage à l'acide	Interdit sur le béton armé et le béton précontraint				
Projection d'abrasifs à sec		Oui	Non	Oui	Oui
Projection d'abrasifs par voie humide		Oui	Non	Oui	Oui
Projection d'eau sous pression (Cf. NF EN 1504-10 :					
- basse pression P ≤ 18 MPa		Oui	Oui avec détergent et eau chaude	Après essai de convenance pour déterminer la pression optimale	Oui avec biocides
- haute pression 18 MPa < P ≤ 60 Mpa					
- très haute pression P > 60 MPa					

Tableau n° 27 : les différentes techniques de préparation d'un support en béton

Les opérations d'égrenage et de brossage sont à prévoir lorsque des techniques plus efficaces n'ont pas lieu d'être appliquées (parement peu sale). **Le dépoussiérage** est à prévoir dans tous les cas par aspiration (plus efficace, moins polluant pour l'environnement et plus respectueux de la santé du personnel).

Le ponçage est à utiliser pour rattraper des surépaisseurs locales ou dresser des arêtes. Il faut éviter son emploi sur des surfaces importantes pour des raisons de coût et de sa tendance à glacer les surfaces, ce qui nuit fortement à l'adhérence du revêtement. Le brossage suivi d'un dépoussiérage ne permettant pas de déglacer la surface du béton, il faut appliquer des procédés plus énergiques. Le ponçage impose de prendre des précautions à cause de la poussière dégagée par cette opération.
L'utilisation de détergent avec de l'eau chaude permet de traiter les taches de gras. Le recours aux solvants est fortement déconseillé, car ils ont tendance à étaler et à faire pénétrer le gras dans le subjectile. Un rinçage soigné doit terminer l'opération et il faut attendre le séchage du subjectile avant de pouvoir appliquer le revêtement.

La projection d'abrasif à sec impose de prendre des précautions à cause de la poussière dégagée par cette opération et de ses incidences sur la santé et l'environnement. Il est

possible de prévoir la mise en place d'une cellule fermée combinée avec un système de récupération et de recyclage des abrasifs ou de travailler avec un système de brumisation qui limite le dégagement de poussières. Il existe aussi des procédés brevetés tel que le procédé « Sponge jet® », qui utilise des grains d'abrasif enrobés de polymères. La projection de microbilles de verre permet d'enlever la couche de salissures atmosphériques (cette technique est utilisée dans le nettoyage des parements en pierre des monuments historiques). Cette opération doit être suivie d'un dépoussiérage soigné.

La projection d'abrasifs par voie humide évite la poussière mais doit être suivie d'un lavage pour enlever le mélange d'abrasifs et de salissures qui reste collé au support. Ensuite, il faut attendre le séchage du support avant de pouvoir appliquer tout revêtement à base de liants organiques.
La projection d'abrasifs à sec ou par voie humide permet d'obtenir une surface légèrement rugueuse qui favorise l'adhérence du revêtement.

L'eau à haute pression permet d'obtenir de bons résultats si le support a des caractéristiques homogènes. Dans le cas contraire (présence d'un nid de cailloux, d'une zone « plus tendre »…), il peut y avoir formation de cavités qu'il faudra reboucher. Un rinçage soigné doit terminer l'opération pour éliminer les particules qui se déposent sur le support et il faut attendre le séchage du subjectile avant de pouvoir appliquer les revêtements à base de liants organiques.

Remarque : la préparation d'un support nécessite, en général, au moins deux techniques de préparation. Une première de dégrossissage relativement agressive et une autre de finition.

LE DOMAINE D'EMPLOI DES TRAVAUX D'APPRÊTS

La mise en œuvre de couches d'impression est à prévoir par exemple :

- lorsque la notice technique (fiche technique) du système de revêtement l'impose ;
- si la préparation du support n'a pu venir à bout de certaines taches… Dans un tel cas, la couche d'impression doit être anti-contaminante ;
- si le support présente de fortes différences de teinte. Dans un tel cas, la couche d'impression doit être opacifiante voire teintée ;
- si le support est farineux ou recouvert d'un revêtement à conserver. Dans ces cas, une couche d'impression fixante et pénétrante peut être nécessaire…

4.3.1 GENERALITES

Remarque : pour la clarté de la présentation, la seconde phase relative à la préparation de l'opération et la troisième phase relative à la conduite de l'opération ont été réunies dans le présent article 4.3.

Le marché demande à **l'entrepreneur** de proposer **à l'acceptation du maître d'œuvre les deux procédures et les deux cadres de documents de suivi relatifs, d'une part, à la préparation de l'opération et, d'autre part, à la réalisation de l'opération. Les techniques, le personnel ainsi que les moyens et produits à mettre en œuvre** seront ensuite validés par **l'épreuve de convenance** correspondante.

Ces deux procédures sont intégrées dans **la procédure relative aux travaux** et ces deux cadres de documents de suivi sont intégrés dans **le cadre du document de suivi des travaux**. Ces deux documents généraux sont visés dans **l'article 4.1 ci-devant**.

- **Doivent être disponibles sur le chantier :**
  - **les procédures de préparation et de mise en œuvre d'une protection de surface pour le béton et les documents de suivi ;**
  - **les fiches techniques** qui définissent les conditions de préparation et de mise en œuvre des produits et les matériels à utiliser ;
  - **les fiches de données de sécurité** (FDS) qui définissent les précautions à prendre ;
  - **le personnel et le matériel nécessaires à la préparation des produits et à leur mise en œuvre…**
- **Il faut impérativement respecter :**
  - **les limites d'emploi des produits** liées à la température et à l'hygrométrie ambiante et à la température et à l'humidité du support ;
  - **le temps et les conditions de mélange** (vitesse et durée de malaxage) ;
  - **les précautions à prendre** en fonction des risques que présentent les produits (toxicité, inflammation, explosion…) ;
  - **le temps de mûrissement et la durée pratique d'utilisation** des produits de type multicomposants (par exemple, base + durcisseur + charges)…

L'opération de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton ne peut avoir lieu que si les conditions thermiques et hygrométriques d'emploi des produits sont respectées (se reporter à **la fiche technique du produit et à la procédure d'exécution)**. Il est donc nécessaire **de mesurer la température du support et celle de l'atmosphère, ainsi que l'hygrométrie de l'air**, avant tout début de l'opération. Ces mesures doivent être renouvelées si les conditions climatiques évoluent pendant l'opération. La mise en place **d'un abri de protection** peut permettre d'éviter des variations trop rapides de la température du support.

L'essai n°25 relatif au « **point de rosée** » de la norme harmonisée NF EN 1504-10 donne un extrait du tableau de la norme ISO 46-77-1 et de la norme ISO 46-77-2. On y retrouve les températures du point de rosée en fonction de la température sèche ambiante et de l'humidité atmosphérique relative ambiante. Il est aussi possible d'utiliser l'abaque de la Figure n° 10 ci-après.

Par exemple, pour une température extérieure de 20°C, et une humidité relative de 60 %, la condensation se produit sur le support si sa température est inférieure ou égale à 12°C.

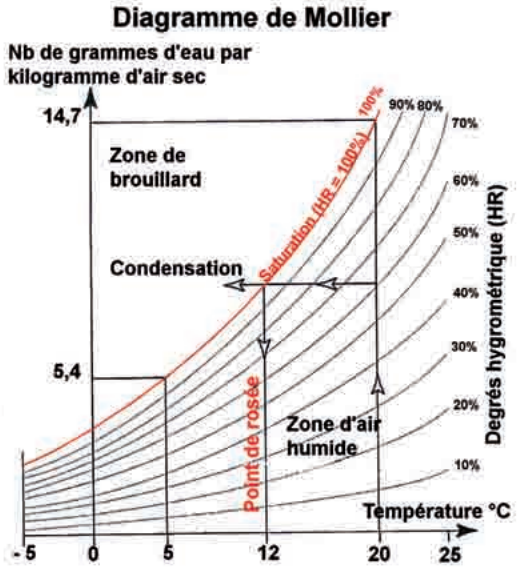


Figure n° 10 : abaque de détermination du point de rosée (diagramme de Mollier)

4.3.2 PREPARATION DES PRODUITS

4.3.2.1 Généralités

Les différents DTU (59.1, 59.2…), les normes françaises (95-103…) et les normes européennes (séries 1062-*, 1504-*…) ne donnent que peu d'indications sur la préparation des produits. Elle est, en revanche, développée dans les différents **guides techniques du LCPC** (1996, 1999 et 2002).

L'article 3.5.3 ci-devant, qui traite **des matériels de préparation des produits**, détaille, en fonction des types de produits (produits monocomposant, produits multicomposants, mortiers à base de liants hydrauliques…), les précautions générales à respecter (vitesse et durée de malaxage, durée de mûrissement…). **Il convient donc de se reporter à cet article**.

4.3.2.2 Cas des produits prêts à l'emploi

Les récipients et les outils utilisés doivent être propres et secs.

Les produits sont le plus souvent en **conditionnements prédosés (ou « kits »). Ces conditionnements ne doivent jamais être fractionnés**. Tout manquement à cette règle peut entraîner, par exemple pour un mortier à base de liants organiques, la perte de ses caractéristiques mécaniques par défaut de polymérisation de la résine.

Les produits doivent être préparés et mélangés en suivant scrupuleusement **les indications de la fiche technique du fabricant et la procédure de mise en œuvre d'une protection de surface pour le béton**. Il faut, en particulier, respecter l'ordre d'introduction des différents constituants.

Il est rappelé, que pour les produits de peinture et les systèmes de revêtements à base de liants organiques, la vitesse de rotation du malaxeur (quelques centaines de tours par minute) et la forme de l'hélice doivent être adaptées pour permettre un mélange homogène en consistance et en couleur des composants, qui sont plus ou moins visqueux, et pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange.

Lorsqu'il s'agit de produits à diluer, il est impératif de respecter **la nature et les proportions du diluant**, que celui-ci soit un produit chimique ou de l'eau.

4.3.2.3 Cas des armatures en textile

Les armatures en textile sont livrées le plus souvent en rouleaux. Elles sont recoupées sur le chantier à la bonne dimension en respectant bien les débords nécessaires pour permettre le recouvrement entre les différents lés.

4.3.2.4 Cas des produits fabriqués sur le chantier

Les récipients et les outils utilisés doivent être propres et secs.

Les produits doivent être préparés et mélangés en suivant scrupuleusement **les indications de la procédure de mise en œuvre d'une protection de surface pour le béton**. Il faut, en particulier, respecter l'ordre d'introduction des différents constituants et leur dosage.

Le chantier doit donc disposer **de moyens de pesage étalonnés** permettant de satisfaire aux mêmes tolérances de fabrication que les produits prêts à l'emploi normalisés du même type.

Avant toute mise en œuvre, ces produits sont soumis à une **épreuve de convenance de fabrication** pour s'assurer qu'ils peuvent être fabriqués sur le chantier en respectant les tolérances prévues **au marché** et dans **la procédure d'exécution**.

4.3.3 REALISATION D'UNE PROTECTION DE SURFACE DU BETON

4.3.3.1 Généralités

La mise en œuvre d'une protection de surface du béton, sauf disposition contraire du marché, ne peut avoir lieu sans un accord formel du maître d'œuvre (POINT D'ARRÊT). Elle est préparée et réalisée conformément aux dispositions **de la procédure de protection de surface**, qui reprend les dispositions du marché, celles des fiches techniques des produits, les prescriptions des normes en vigueur (les DTU et, en particulier, la norme homologuée NF P 95-103) et les règles de l'art. **Le document de suivi** est rempli au fur et à mesure de l'avancement des opérations.

Rappel : il faut prendre des précautions lors de la mise en œuvre des revêtements (se reporter à l'article 4.2 sur la préparation du support) :

- respecter les températures limites suivantes : de 5°C à 30°C pour les enduits à base de liants hydrauliques et de 5°C à 35°C pour les autres revêtements) ;
- respecter les taux d'humidité prescrits (pour les systèmes de peintures… le DTU impose en extérieur : 80 % HR en métropole et 90 % HR en climat tropical) ;
- attendre le dégel du support après une période de froid ou s'il y a risque de gel ;
- attendre en cas de forte chaleur, de vent sec…

4.3.3.2 Mise en œuvre d'une protection de surface du béton

4.3.3.2.1 Généralités

La mise en œuvre de la protection (imprégnation, lasure, peinture, revêtement, enduit…) est effectuée manuellement ou mécaniquement avec le matériel adapté au type de produit et à la finition recherchée, tout en respectant les délais de séchage entre les diverses couches, qui sont fonction des conditions thermiques et hygrométriques.
Les matériels de mise en œuvre sont ceux fixés par **la fiche technique et la procédure de mise en œuvre d'une protection de surface**. Ces matériels d'application des différents types de produits et systèmes de protection sont décrits en détail **dans l'article 3.5.4** ci-devant, auquel il convient de se référer.

Il faut travailler à l'ombre, c'est-à-dire revêtir la face sud d'une construction tôt le matin, la face ouest durant la matinée et les faces nord et est l'après-midi. Si ce principe ne peut être respecté, il faut mettre en œuvre des bâches pour protéger les parois à revêtir d'un ensoleillement direct. **Cette dernière contrainte doit figurer au marché**.

Le support doit être humidifié préalablement à la mise en place de revêtements de protection à base de liants hydrauliques, comme les enduits traditionnels, les enduits monocouche, les mortiers LHM…

Dans le cas où le revêtement doit être armé, la couche armée doit être appliquée en deux fois, de façon à ce que l'armature, après marouflage, soit totalement enrobée par le produit. Les différents lés constituant l'armature doivent se recouvrir sur au moins 50 à 100 mm. Ces lés peuvent être placés, soit verticalement, soit horizontalement comme le montre la figure ci-après. Les recouvrements, en particulier ceux horizontaux, doivent être disposés comme les tuiles d'un toit pour éviter l'infiltration des eaux de ruissellement.

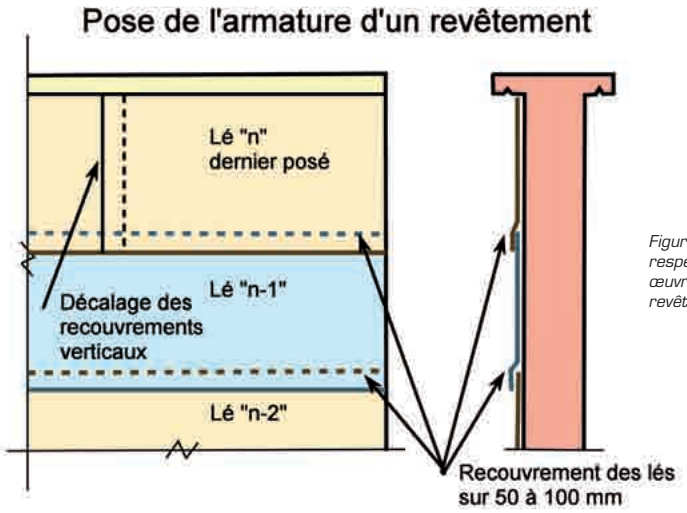


Figure n° 11 : dispositions à respecter lors de la mise en œuvre de l'armature d'un revêtement

La fiche technique du produit, dans sa partie mise en œuvre, et/ou la procédure correspondante doivent fournir au minimum les informations suivantes :

- le ou les matériels à utiliser ;
- les conditions thermiques et hygrométriques à respecter ;
- les précautions à prendre par temps froid ou chaud ;
- la qualité que doit présenter le support ;

- la nature et le nombre des couches ;
- la consommation prévisible ;
- l'épaisseur finale (sauf pour les imprégnations hydrophobes ou non) ;
- les délais de séchage entre les couches ;
- la nature des finitions possibles ;
- le traitement des points particuliers…

4.3.3.2.2 Mise en œuvre à la brosse

Mode opératoire

Pour mettre en œuvre une protection de surface telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture… **à la brosse**, il faut procéder par surfaces d'environ 0,30 m x 0,30 m et par passes croisées. Il faut toujours commencer à traiter la surface en partant du côté opposé à la zone déjà recouverte de manière à obtenir une couche d'épaisseur régulière. La finition se fait sans recharger la brosse en lissant toujours dans la même direction. Les surfaces juxtaposées constituent une bande. Dès qu'une bande est achevée, il faut recommencer une bande adjacente. S'il est nécessaire de passer une seconde couche, il faut respecter le délai de séchage prescrit.

Pour éviter de voir apparaître les reprises :

- il faut tenir compte de la direction principale de venue de la lumière et appliquer le produit en s'éloignant de la zone éclairée,
- il faut arrêter le travail en fin de journée sur une rupture naturelle comme l'angle d'une paroi.

Pour la mise en œuvre d'autres systèmes de revêtements tels que des mortiers en couches minces, des mortiers d'imperméabilisation… les mêmes modes opératoires sont applicables sous réserve des dispositions particulières de la fiche technique qui peuvent différer, par exemple pour obtenir certaines finitions.

Cas d'un travail au plafond

La figure ci-après indique les différentes phases d'exécution d'un revêtement au plafond. Il est rappelé que l'on doit commencer le travail du côté d'où provient la lumière. La finition se fait en lissant dans la direction de la lumière.

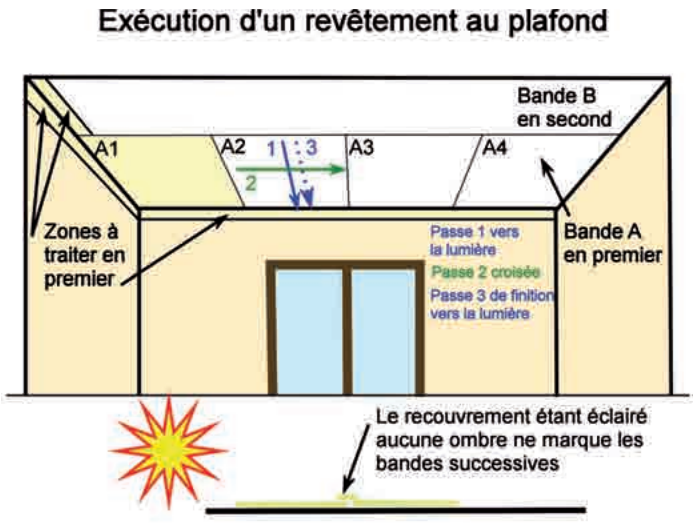


Figure n° 12 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement au plafond

■ **Cas d'un travail sur une paroi verticale (mur, pignon d'immeuble, mur de culée de pont...)**

Les figures ci-après indiquent les différentes phases d'exécution d'un revêtement sur un mur et sur un mur pignon. Il est rappelé que l'on doit commencer le travail en partant du haut et en tenant compte du côté d'où provient la lumière. La finition se fait en lissant du bas vers le haut.

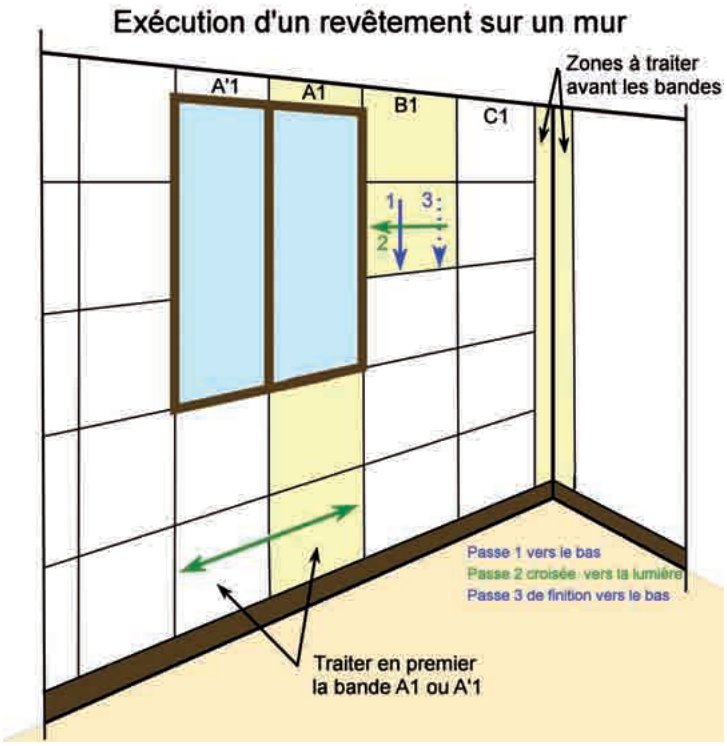


Figure n° 13 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement sur un mur

■ Cas d'un travail au sol

Les phases d'exécution sont les mêmes que celles d'un travail au plafond et en tenant compte de la direction de venue de la lumière. En intérieur, il faut travailler en tenant compte, bien entendu, de la position des issues !

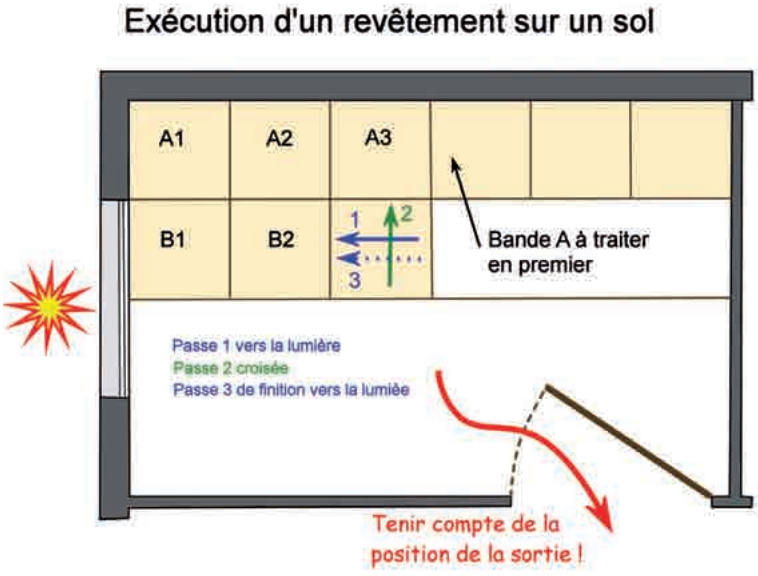


Figure n° 14 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement au sol

4.3.3.2.3 Mise en œuvre au rouleau

Mode opératoire

Photo n° 28 : appliction d'un revêtement au rouleau sur un pont (crédit photo Parexlanko)

Pour mettre en œuvre une protection de surface telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture… au rouleau, il faut procéder comme pour une mise en œuvre à la brosse par passes croisées, mais les surfaces unitaires peuvent être plus grandes (de l'ordre de 1 m^2). La finition se fait sans recharger le rouleau, en le déplaçant toujours dans la même direction et sans appuyer.

Les angles entre parois et les zones d'accès difficile doivent être traitées préalablement, soit au pinceau, soit avec des rouleaux de petites dimensions.

Pour la mise en œuvre d'autres systèmes de protection tels que des mortiers en couches minces, des mortiers d'imperméabilisation… les mêmes modes opératoires sont applicables sous réserve des dispositions particulières de la fiche technique qui peuvent différer, par exemple pour obtenir certaines finitions.

4.3.3.2.4 Mise en œuvre par projection avec un pistolet de peintre

Photo n° 29 : atelier de mise en peinture d'un sol (photo Jean-Paul Benneton LRPC de Lyon)

Essai préalable

Avant de mettre en œuvre une protection de surface telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture, un RPE, un RPSE… par projection en utilisant le type de pistolet de peintre adapté au produit (pistolet avec air à basse pression ou pression normale ou pistolet sans air), il faut commencer par faire un **essai préalable**.

Lors de cet essai, il faut contrôler la fluidité du produit, car la température peut différer de celle de l'épreuve de convenance et s'assurer du bon choix de la buse et de la pression de projection. Après tout arrêt prolongé (pause pour déjeuner), il faut de nouveau faire **un essai préalable**.

Mode opératoire (se reporter à la fiche technique du pistolet)

La projection s'effectue en positionnant le pistolet à une distance de la paroi comprise entre 25 et 30 cm. Le canon du pistolet doit toujours rester perpendiculaire à la paroi, dans le sens vertical comme dans le sens horizontal, afin d'obtenir une épaisseur constante. La projection s'effectue en déplaçant le pistolet horizontalement de la droite vers la gauche puis de la gauche vers la droite (cas du droitier) pour réaliser des bandes qui doivent se recouvrir sur 1/3 de leur surface. La longueur des bandes dépend de la longueur des bras de l'applicateur. Si nécessaire, des bandes verticales sont à exécuter.

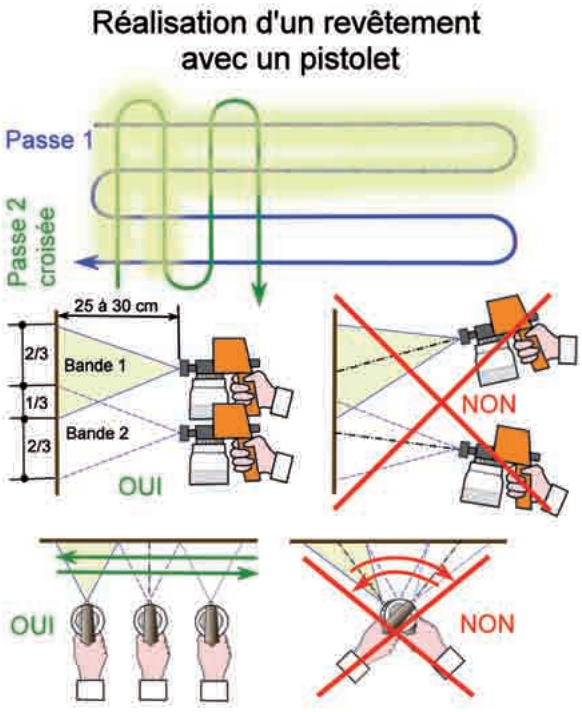


Figure n° 15 : méthodologie de projection d'un revêtement au pistolet

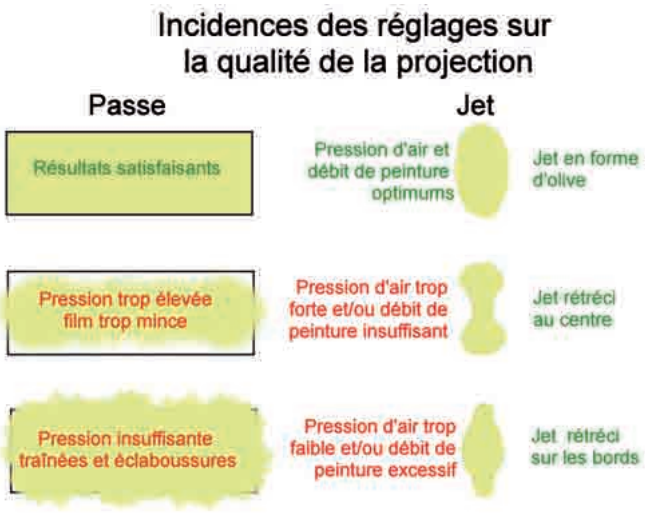

Incidences des réglages sur la qualité de la projection
Passe
Jet
Résultats satisfaisants
Pression d'air et débit de peinture optimums
Jet en forme d'olive
Pression trop élevée film trop mince
Pression d'air trop forte et/ou débit de peinture insuffisant
Jet rétréci au centre
Pression insuffisante traînées et éclaboussures
Pression d'air trop faible et/ou débit de peinture excessif
Jet rétréci sur les bords

Figure n° 16 : incidences des réglages sur la qualité de la projection

4.3.3.2.5 Mise en œuvre à la machine à projeter mécanique (cas d'un enduit monocouche)

■ **Mode opératoire** (cas d'une finition grattée)

Avant la projection, il faut mettre en place des lattes qui vont permettre de régler l'épaisseur de l'enduit (d'autres solutions sont possibles comme des arêtes métalliques aux angles des murs…). Ensuite, il faut humidifier le support pour éviter la fissuration de l'enduit due à l'absorption de l'eau de gâchage par le matériau du support.

Le mortier est déposé par bandes horizontales en deux passes entre deux lattes successives (un gobetis puis une couche de 15 mm). Ensuite, il est lissé à la règle en s'appuyant sur les lattes puis taloché par de larges passes circulaire sans appuyer. Une fois la première bande verticale réalisée, une seconde bande est mise en place de la même façon. La latte entre les deux bandes est ensuite ôtée et le trou rebouché… Pendant la prise et le durcissement du mortier, l'enduit doit être protégé de l'ensoleillement et humidifié. L'humidification évite de faïencer l'enduit par évaporation de l'eau de gâchage, voire de le griller. Enfin, la finition s'effectue sur l'enduit durci (3 à 24 heures après) avec l'aide d'une taloche cloutée appelée « graton ».

Photo n° 30 : réalisation d'un enduit monocouche avec une machine à projeter (crédit photo Parexlanco)

■ **Mode opératoire** (cas des autres finitions)

Le CSTB donne, dans le cahier des prescriptions techniques de son Avis Technique (CSTBat), les différentes procédures de mise en œuvre envisageables en fonction de la finition recherchée. D'autres types de finitions peuvent être recherchés.

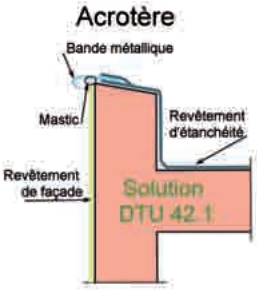
4.3.3.2.6 Mise en œuvre manuelle d'un enduit de dressement sur une paroi en béton

■ **Mode opératoire** (Cf. le chapitre 6 du DTU 26.1)

L'enduit de dressement peut faire appel à un mortier prêt à l'emploi ou à un mortier adjuvanté fabriqué sur le chantier. Comme dans le cas précédent, avant la projection, il faut mettre en place des lattes qui vont permettre de régler l'épaisseur de l'enduit (d'autres solutions sont possibles, comme des arêtes métalliques aux angles des murs…). Ensuite, il faut humidifier le support pour éviter la fissuration de l'enduit due à l'absorption de l'eau de gâchage par le matériau du support.
L'enduit est réalisé par un jeté à la truelle entre deux lattes successives en une seule passe. Ensuite, il est lissé à la règle en s'appuyant sur les lattes puis taloché part de larges passes circulaire sans appuyer. L'état de surface ainsi obtenu est plan et légèrement grenu. Une fois la première bande verticale réalisée, une seconde bande est mise en place de la même façon. La latte entre les deux bandes est ensuite ôtée et le trou rebouché… L'épaisseur de l'enduit de dressement est comprise entre 5 et 15 mm d'épaisseur. L'épaisseur de recouvrement minimale doit être de 5 mm.
Pendant la prise et le durcissement du mortier, l'enduit doit être protégé de l'ensoleillement et humidifié. L'humidification évite de faïencer l'enduit par évaporation de l'eau de gâchage, voire de le griller.
L'enduit de dressement peut être recouvert par une couche de finition décorative.

4.3.3.3 Traitement des points particuliers

Cas du domaine du bâtiment



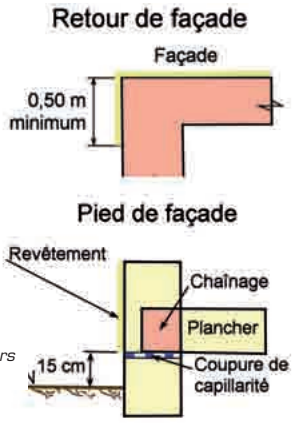


Figure n° 17 : traitement des points particuliers d'une façade

Il faut respecter certaines dispositions constructives au niveau des points singuliers que constituent, par exemple : les joints du gros œuvre, les retours techniques des murs, les angles sortants ou rentrants, les ouvertures, les acrotères, les parties enterrées, les soubassements exposés au rejaillissement des eaux, voire aux chocs … La plupart de ces dispositions ont pour but **d'éviter des infiltrations d'eau** derrière le revêtement, ce qui entraînerait son **décollement**. Ces dispositions constructives figurent dans les différents DTU (DTU 26.1, DTU 42.1, DTU 59.2…) et les fiches techniques (notices techniques) des fabricants des produits et systèmes de revêtement.

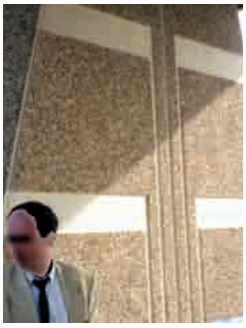


Photo n° 31 : exemple de joints de fractionnement dans le revêtement d'une pile d'un pont (photo Poineau)

Il faut impérativement éviter de prévoir une finition talochée sur une grande surface à cause des reprises qui sont inesthétiques. Pour les autres finitions, les reprises sont le plus souvent visibles. **La réalisation de joints de fractionnement** en creux ou pleins (baguette), suivant un calepinage respectant l'architecture de la paroi, permet de régler ce problème. Ce calepinage peut aussi avoir des raisons purement esthétiques.

Photo n° 32 : réalisation d'un joint de fractionnement (crédit photo Parexlanco)

Cas du domaine du génie civil

Il appartient **au marché** de fixer les dispositions constructives particulières à mettre en œuvre en s'inspirant des DTU, des Avis Techniques et des fiches techniques (notices techniques) des fabricants des produits et systèmes de revêtement et de ne pas oublier de traiter les **points singuliers**, tels que les larmiers.

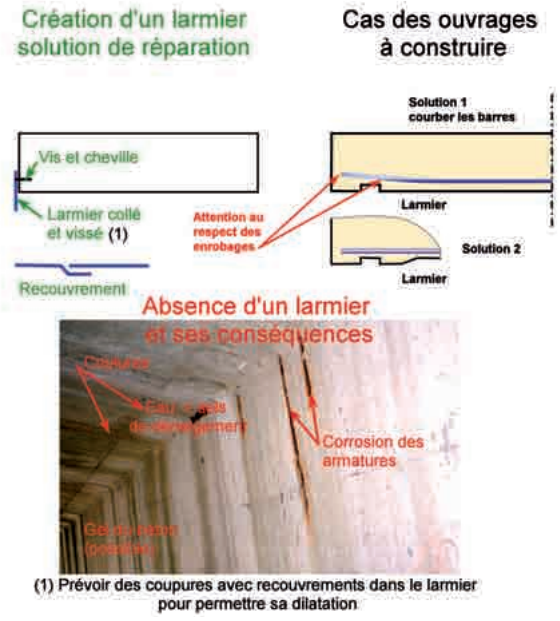

Création d'un larmier solution de réparation
Cas des ouvrages à construire
Vis et cheville
Larmier collé et vissé (1)
Recouvrement
Attention au respect des enrobages
Solution 1 courber les barres
Larmier
Solution 2
Larmier
Absence d'un larmier et ses conséquences
Corrosion des armatures
(1) Prévoir des coupures avec recouvrements dans le larmier pour permettre sa dilatation

Photo n° 33 : création d'un larmier à l'extrémité d'un encorbellement et conséquences de l'absence d'un larmier (photo Poineau)

5 Essais et contrôles

5.1 Généralités
5.2 Contrôles de réception des produits
5.3 Epreuve de convenance
5.4 Contrôles d'exécution
5.5 Réception des travaux

Pour des travaux de réalisation d'une protection de surface du béton, la consistance des essais à effectuer lors des épreuves d'étude et de convenance et lors des contrôles de réception et d'exécution est fixée par **le marché**, qui complète en tant que de besoin les dispositions du présent guide. **Elle est reprise dans les procédures et les cadres des documents de suivi du Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ)**.

La plupart des contrôles relèvent **du contrôle interne**, voire **du contrôle externe** à l'entreprise et les autres **du contrôle extérieur**.

Normalement, **le marché comporte un cadre de PAQ imposant une liste minimale de procédures et de cadres de documents de suivi à fournir, ainsi que le nombre minimal des essais et contrôles à effectuer. L'entrepreneur**, dans son offre, complète ce cadre, en tant que de besoin, pour constituer son **Schéma d'Organisation du Plan d'Assurance de la Qualité** appelé **SOPAQ**. Ensuite, lors de la préparation des travaux, il établit son **PAQ**.

Les opérations **du contrôle extérieur** relèvent des exigences **du maître d'ouvrage** en matière d'assurance de la qualité. Elles ne sont donc pas développées dans le présent guide. **Le marché doit cependant** traiter de celles qui peuvent interférer avec la marche du chantier (opération nécessitant un arrêt partiel ou total du chantier).

Les opérations de contrôle externe à l'entreprise peuvent être demandées par **le marché** ou être proposées par **l'entrepreneur** dans le cadre de sa démarche qualité. Elles ne sont pas développées dans le présent guide.

> Les essais et contrôles à effectuer par l'entrepreneur lors d'une opération de protection de surface de béton peuvent être rattachés aux cinq catégories suivantes :

- l'épreuve d'étude (pour mémoire, se reporter à l'article n° 3.2.4 ci-devant) ;
- les contrôles de réception des produits ;
- l'épreuve de convenance ;
- les contrôles d'exécution ;
- la réception des travaux

> Les exigences de contrôle des documents de référence :

Les exigences des différents documents qui se rapportent, soit au domaine du bâtiment, soit à celui du génie civil, sont très hétérogènes. Il faut donc lire très attentivement le paragraphe encadré avant de rédiger la partie **d'un marché** consacrée aux contrôles et essais.

- le chapitre 7 de la norme homologuée NF P 95-103 liste les essais et contrôles à effectuer lors de travaux de réparation, mais sans rentrer dans les détails. Il se contente de renvoyer à la norme homologuée NF P 18-800 relative à la réception des produits à l'usine ou sur le chantier et au fascicule de documentation P 18-802 relatif aux contrôles sur chantier. Ces deux documents donnent les principes à suivre, mais sans traiter spécialement des produits et systèmes de protection[39] ;
- la série des normes européennes NF EN 1062-* traite des caractéristiques des produits et systèmes, mais pas de leur contrôle. Elle renvoie aux documents nationaux et **au marché** en ce qui concerne les contrôles d'exécution ;

[39] *Rappel : ces documents seront remplacés prochainement par des normes européennes, qu'il faudra toutefois compléter afin de fixer qui fait quoi et comment.*

- les normes européennes NF EN 1504-2, NF EN 1504-8 et NF EN 1504-10 traitent des essais et contrôles à effectuer pour les produits et systèmes de protection (imprégnations et revêtements) depuis le stade de leur fabrication jusqu'à leur mise en œuvre, mais sans aborder la consistance de l'épreuve de convenance. En outre, ces normes ne fixent pas qui fait quoi ;
- dans le domaine du bâtiment, **attention**, suivant le DTU, les essais et contrôles sont ventilés entre **le CCT et le CCS** et certains essais et contrôles doivent être imposés par les documents particuliers **du marché** (DPM). Il faut donc s'assurer que le DTU applicable vise bien : la réception du support, celle des produits, les épreuves de convenance, les contrôles d'exécution sur chantier et les conditions de réception des travaux (le tableau n° 28 ci-après explicite les contrôles prévus par les différents DTU). À noter que les Avis Techniques ne traitent pas spécialement des essais et contrôles ;
- dans le domaine du génie civil et des CCTG, seul le chapitre 8 de l'additif au fascicule 65 A, relatif aux peintures, traite du contrôle de la conformité des produits et de l'assurance de la qualité (dossier d'étude, épreuves de convenance et épreuves de contrôle). Il renvoie en tant que de besoin au guide technique de 1999 du LCPC ;
- les guides techniques du LCPC de 1996, 1999 et 2002 traitent également des essais et contrôles à effectuer lors des différentes opérations (réception des produits, préparation du support, épreuve de convenance…).

Essais et contrôles prévus par les DTU							
DTU	**Réception du support**	**Réception des produits**	**Épreuve de convenance du support**	**Épreuve de convenance de mise en œuvre**	**Contrôles d'exécution**	**Nettoyage de fin de chantier**	**Conditions de réception des travaux**
59.1 (peintures, lasures, imprégnations)	Oui § 421 du CCS	Oui si prélèvements prévus aux DPM § 53 du CCS	Oui § 63 du CCT (surfaces de référence et éprouvettes échantillons de couleurs)		Oui § 7 du CCT mais pas sous forme contractuelle	Oui § 6 du CCS	Oui § 7 du CCT
59.2 (RPE…)	Oui § 2 du CCS	Non	Oui § 5 du CCT (surfaces de référence et éprouvettes échantillons de couleurs)		Oui § 5 du CCT	Oui § 5 du CCS	Oui § 52 du CCS
59.3 (peintures des sols)	Oui § 42 du CCS	Non	Oui § 32 du CCT et § 3 du CCS (surfaces de référence et éprouvettes échantillons de couleurs)		Oui § 5 du CCT renvoi au CCS	Oui § 5 du CCS	Oui § 2 du CCS
42.1 (revêtements de façades)	Oui § 5 du CCT	Non	Oui § 2 du CCS (surfaces de référence)		Non	Non	Non
26.1 (enduits à base de liants hydrauliques)	Oui § 3 du CCS	Non	Non		Non	Oui § 2 du CCS	Oui § 13 du CCT

Tableau n° 28 : essais et contrôles imposés par les différents DTU

Nota : *le futur DTU 42.1 traite des contrôles d'exécution et des conditions de réception des travaux.*

La suite du présent guide fixe les exigences en matière d'essais et de contrôle, en séparant **le domaine du bâtiment de celui du génie civil** et en renvoyant, si nécessaire, aux textes existants et aux pièces **du marché**.

Figure n° 18 : réception par le contrôleur des produits de réparation

5.2.1 GENERALITES

Ces contrôles ont pour but de s'assurer que les produits livrés ont été transportés dans de bonnes conditions, qu'ils sont bien conformes aux exigences **du marché** et de **la procédure de réalisation d'une protection de surface de béton** et qu'ils sont stockés conformément aux exigences visées à l'article 3.4 du présent guide relatif au transport et au stockage des produits.

5.2.2 CAS DES PRODUITS PRETS A L'EMPLOI

5.2.2.1 Cadre de la normalisation française

Le fascicule de documentation FD P 18-802 traite en détail **des contrôles de réception** et des essais à effectuer, mais il faut aussi se référer à la norme homologuée NF P 18-800 qui précise le mode de prélèvement, l'échantillonnage, les conditions d'intervention **du laboratoire** chargé des essais contradictoires en cas de non-conformité et la ventilation des frais des essais.

Sauf disposition contraire du marché et conformément au fascicule de documentation FD P 18-802, les produits bénéficiant du droit d'usage de la **Marque NF** (voire d'une marque équivalente) sont réputés conformes aux normes qui les concernent. Il n'est donc pas nécessaire de procéder aux essais d'identification rapide et aux essais d'efficacité[40]. Les autres contrôles de la liste ci-après restent applicables, y compris les prélèvements conservatoires.

Le marché doit préciser que les contrôles de réception prévus par les normes en vigueur sont étendus **aux conditions de transport et de stockage non** visées par les normes.

Les contrôles portent sur :

- les conditions de transport (conditions de protection des produits contre la chaleur et/ou le froid),
- l'état des emballages (tout récipient présentant des fuites, ouvert, sans étiquette doit être refusé et immédiatement évacué du chantier),
- le poids des produits prédosés,

[40] Dans le cas où les conditions climatiques de mise en œuvre des produits sur le chantier diffèrent nettement de celles de la norme, il est nécessaire de faire des essais spécifiques lors de l'épreuve d'étude.

- les dimensions et les tolérances,
- la comparaison entre le bon de commande et le bordereau de livraison. La concordance porte également sur les étiquettes, emballages, containers, etc., le tout en conformité avec les documents techniques et contractuels,
- la remise d'un document prouvant que le produit bénéficie bien du droit d'usage d'une marque pour les produits certifiés,
- la conformité du marquage et, en particulier, les dates de péremption des produits et les classes ou catégories des produits (niveaux de performances),
- l'exécution de prélèvements conservatoires,
- les conditions de stockage (le local doit être équipé d'un thermomètre à maxima et minima),
- la température du local, dont la mesure est à renouveler pendant la durée du chantier en fonction de l'évolution des conditions météorologiques (en général la température du local doit rester comprise entre 10 et 25°C). Attention au respect du point éclair pour certains produits ;
- etc.

Si le marché le prévoit, des essais d'identification rapide sont à effectuer par **un laboratoire** accepté par **le maître d'œuvre** suivant les principes développés dans le fascicule de documentation FD P 18-802. **Il est conseillé de procéder à ces essais d'identification rapide**, ce qui évite d'avoir à effectuer immédiatement **les essais de contrôle des caractères normalisés** suivant les principes développés dans la norme homologuée NF P 18-800 et le fascicule de documentation FD P 18-802, à cause de la durée de tels essais. Ces essais d'identification rapide permettent de déterminer **les caractéristiques d'identification rapide ou CIR** (par exemple pour une peinture : la masse volumique, l'extrait sec et la teneur en cendres. Par exemple, pour un revêtement, il faut consulter le guide technique de 2002 du LCPC).

Si les essais d'identification rapide ne sont pas satisfaisants, il est procédé à une analyse chimique complète et **aux essais d'efficacité** (ces essais portent sur certains des caractères normalisés) suivant les principes développés dans le fascicule de documentation FD P 18-802. Dans un tel cas, les produits ne pourront être utilisés qu'à partir du moment où les résultats des essais seront connus et favorables. **Un POINT D'ARRÊT** est lié aux essais d'identification rapide.

Si les essais d'identification rapide ne sont pas effectués, il est procédé **aux contrôles spécifiques d'efficacité**. Les produits ne pourront être utilisés qu'à partir du moment où les résultats des essais seront connus et favorables. **Un POINT D'ARRÊT** est lié **aux contrôles spécifiques**.

Pour les produits titulaires d'un droit d'usage **de la Marque NF** (voire d'une marque équivalente) **les frais des essais** sont à la charge du maître d'ouvrage, sauf en cas de non-conformité.

Pour les produits en provenance d'un fabricant non titulaire d'une marque, il appartient **au marché** de fixer les règles, sachant, qu'en cas de non-conformité du lot, **les frais des essais** sont à la charge du fabricant.

En outre, suivant le type de produit à contrôler, il y a lieu d'appliquer, en supplément de ce qui précède et si nécessaire, les dispositions d'un ou de plusieurs des articles qui suivent.

5.2.2.2 Cadre de la normalisation européenne

Les produits et systèmes pour la protection des structures en béton visés par la norme harmonisée NF EN 1504-2 doivent satisfaire aux procédures de la norme harmonisée NF EN 1504-8 pour la maîtrise de la qualité et l'évaluation de la conformité, ainsi que pour l'étiquetage et le marquage (ce texte concerne essentiellement la production en usine). Les procédures prévoient des essais de type initiaux, un contrôle de la production en usine et, si nécessaire, l'intervention d'un organisme de contrôle et d'un organisme de certification.

De tels produits et systèmes peuvent bénéficier **d'un marquage CE. Il est rappelé que le marquage CE ne garantit pas qu'ils peuvent convenir pour un usage donné et ce pour les quatre raisons suivantes** :

- certaines caractéristiques peuvent ne pas être pertinentes pour le fabricant et ne sont pas renseignées ;
- plusieurs niveaux de performance ou classes peuvent être admis ;
- les caractéristiques peuvent être minimales (justes supérieures à la valeur seuil) ;
- le système d'attestation de conformité peut être, soit de niveau 4 (conformité déclarée par le fabricant, ce qui convient aux usages avec prescriptions de performances faibles), soit de niveau 2+ (certification du contrôle de production en usine par un organisme agréé).

Il appartiendra donc **au marché** de fixer, si nécessaire, en s'inspirant de la norme homologuée NF P 18-800 et du fascicule de documentation P 18-802, des exigences complémentaires à celles des normes européennes en vigueur. Ces exigences devront porter sur les points suivants, peu développés ou peu renseignés :

- conditions de transport et de stockage, justes évoquées, mais sans fixer d'exigences à l'article 5 de la norme harmonisée NF EN 1504-10 ;
- la consistance des contrôles de réception des produits à l'arrivée sur le chantier et la réalisation de prélèvements conservatoires, voire d'essai d'identification rapide ou de contrôles spécifiques d'efficacité ;
- les conditions de ventilation des frais d'essais entre le fabricant et le maître d'ouvrage en cas de non-conformité du lot.

5.2.3 CAS DES PRODUITS FABRIQUES SUR LE CHANTIER

Le marché précise que les contrôles prévus pour les produits prêts à l'emploi et normalisés ou certifiés visés à l'article 5.2.2 du présent **guide**, sont applicables après adaptation aux différents composants des produits fabriqués sur le chantier et suivant leur nature.

En outre, il impose de procéder **aux contrôles spécifiques d'efficacité nécessaires**.

5.3.1 GENERALITES

5.3.1.1 Cadre de la normalisation française

DOMAINE DU BÂTIMENT

Dans le domaine du bâtiment, pour les produits à base de liants organiques (imprégnations, lasures, peintures, revêtements) et à base de liants hydrauliques modifiés et autres, il est possible de s'appuyer sur le DTU 59-1 qui impose :

- la réalisation **de surfaces de références** appartenant à la structure à traiter. Sur ces surfaces, toutes les phases de réalisation de la protection doivent être effectuées (de la préparation de surface à la couche de finition) et ce avant tout début des travaux. Il y a autant de surfaces de référence à prévoir qu'il y a de types de subjectile et de types de systèmes et il convient de réserver environ 1 % de la surface totale au titre de surfaces de référence ;
- la réalisation **d'éprouvettes d'échantillons de couleurs dits « mobiles »**, par exemple sur des panneaux de contre-plaqué d'environ 200 cm^2 de surface. Ces éprouvettes sont à conserver au nombre de 3 dans un local aéré et éclairé pour éviter leur jaunissement (certains produits tels que les peintures glycérophtaliques jaunissent lorsqu'ils sont conservés dans l'obscurité). **Ces éprouvettes doivent être signées par l'entrepreneur et le maître d'ouvrage** dès qu'elles sont acceptées.

On retrouve sensiblement la même démarche dans le DTU 59.2 et le DTU 59-3. Le texte du DTU 42.1 est moins précis quant aux conditions de réception des surfaces de référence.

Pour les produits à base de liants hydrauliques, comme les mortiers pour enduits prêts à l'emploi ou fabriqués sur le chantier, le DTU 26.1 et les Avis Techniques ne donnent aucune indication.

Le marché peut donc, soit simplement viser le DTU concerné en matière **d'épreuve de convenance** (par exemple le DTU 59.1 pour une mise en peinture à but décoratif), soit compléter le DTU, soit enfin fixer les conditions de réalisation de **l'épreuve de convenance** si le DTU ne traite pas du sujet. Dans ce dernier cas, il est possible de s'inspirer de la suite du présent guide qui concerne le génie civil.

DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

Le fascicule de documentation FD P 18-802 ne prévoit aucune **épreuve de convenance**, mais uniquement **des contrôles lors de la mise en œuvre des produits. L'épreuve de convenance** développée ci-après a été élaborée à partir de l'ossature de ces contrôles de mise en œuvre, bien que ce fascicule ne vise pas explicitement des travaux de réalisation d'une protection de surface pour béton. La démarche proposée est aussi inspirée du chapitre 8 du fascicule 65 A du CCTG, du guide technique de 1999 du LCPC et du guide technique de 2002 du LCPC.

Le marché détaille la consistance **de l'épreuve de convenance** et fixe ce qui relève des différents contrôles (interne et extérieur voire externe).

Les stipulations **du marché** sont reprises et complétées, si nécessaire, dans le PAQ, les procédures et les documents de suivi.

Toute épreuve de convenance se déroule en présence **du maître d'œuvre** ou de son représentant, qui assurent la part des opérations liées **au contrôle extérieur. L'entrepreneur** effectue **son contrôle** interne défini par le PAQ et les stipulations **du marché**.

> L'épreuve de convenance d'une opération de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton concerne les deux opérations suivantes :

- la préparation du support décrite à l'article 5.3.2 ci-après ;
- la réalisation de l'opération proprement dite, qui comporte quatre phases décrites à l'article 5.3.3 ci-après.

Ces deux opérations de convenance sont nettement séparées dans le présent guide mais, sur le chantier, si cela est nécessaire, elles peuvent être enchaînées. Les résultats de ces deux épreuves doivent être positifs. Ils permettent alors **au maître d'œuvre** de prendre la décision **de lever le POINT D'ARRÊT avant la réalisation de la protection**.

5.3.1.2 Cadre de la normalisation européenne

Les séries des normes européennes NF EN 1062-* et NF EN 1504-** ne traitent pas de l'épreuve de convenance, mais la norme harmonisée NF EN1504-10 décrit les contrôles à effectuer lors de l'exécution des travaux. Ces contrôles peuvent donc être repris pour créer le cadre d'une épreuve de convenance. **Certains des contrôles portent sur l'efficacité de la protection vis-à-vis de la pénétration des gaz, de l'eau, des chlorures…** Ces tests ont été introduits dans la normalisation française par la norme expérimentale XP T 34-722 et le fascicule de documentation GA P 18-902. Ils doivent donc figurer dans les essais et contrôles visés par le présent guide.

5.3.2 EPREUVE DE CONVENANCE DE PREPARATION DU SUPPORT

5.3.2.1 Cadre de la normalisation française

■ DOMAINE DU BÂTIMENT

Il y a lieu de rappeler que, suivant l'état de surface du subjectile, les travaux de préparation du support peuvent concerner le maçon et/ou le peintre. Il peut être nécessaire de faire deux essais de convenance :

- **le premier, pour le maçon** qui doit exécuter un ragréage ou un enduit de dressement, afin que le subjectile présente l'état de surface exigé par le DTU (par exemple, sur une paroi en béton extérieure, il faut un état de surface soigné pour pouvoir mettre en œuvre une peinture ou un revêtement) ;
- **le second, pour l'applicateur de la protection** qui doit préparer le subjectile avant de pouvoir appliquer le revêtement (par exemple, en présence de micro-organismes, de taches de rouille, d'un fond farineux…).

Suivant la nature et l'état du produit et le système de protection à mettre en place, **le marché** peut, soit simplement viser, soit compléter, soit enfin s'inspirer de l'article 6.3 du DTU 59 1, voire des autres DTU (se reporter au tableau n° 28) et guides techniques.

Les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.2.1 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation du support dans le domaine du bâtiment.

■ **DOMAINE DU GÉNIE CIVIL**

Les différents contrôles de l'état du support après préparation sont donnés par le fascicule de documentation FD P 18-802. La consistance **de cette épreuve de convenance** est normalement fixée **par le marché**, qui complète les dispositions du **fascicule**, si nécessaire. Elle est, en final, mise au point **dans la procédure relative aux travaux à exécuter** (calfeutrement, pontage…). Cette épreuve peut concerner, comme en bâtiment, le maçon et/ou le peintre.

Les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.2.2 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation du support dans le domaine du génie civil.

5.3.3 EPREUVE DE CONVENANCE D'UNE OPERATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION DE SURFACE DU BETON

> Que les travaux appartiennent au domaine du bâtiment ou à celui du génie civil, cette épreuve de convenance porte sur les quatre phases suivantes :

1. la préparation de l'opération ;
2. la préparation des produits ;
3. la réalisation de l'opération ;
4. l'après réalisation de l'opération.

> Les contrôles lors de cette épreuve de convenance portent sur les points suivants :

- Phase de préparation de l'opération : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.3.1 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation de l'opération.
- Phase de préparation des produits : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.3.2 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation des produits.
- Phase de réalisation de l'opération : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.3.4 relatif aux contrôles d'exécution lors de la réalisation de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface.
- Phase des contrôles après l'achèvement de l'opération : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 5.4.3.5 relatif aux contrôles d'exécution après achèvement de l'opération de mise en place d'une protection de surface.

5.4.1 GENERALITES

La consistance de **ces contrôles d'exécution** est normalement fixée **par le marché**, qui complète les dispositions du présent **guide**, si nécessaire. Elle est, en final, mise au point dans **la procédure relative à l'opération après réalisation de l'épreuve de convenance**.

Ces différents contrôles sont les mêmes que ceux effectués lors **des deux épreuves de convenance** visées dans l'article 5.3 ci-devant. Ils portent sur les points suivants :

- la préparation du support ;
- l'opération de mise en place de la protection qui comporte quatre phases :
  - **la préparation de l'opération,**
  - **la préparation des produits,**
  - **la réalisation de l'opération,**
  - **l'après réalisation de l'opération.**

Les contrôles visés dans le présent guide ne sont pas adaptés à certains travaux, comme ceux de mise en œuvre **des inhibiteurs de corrosion** (se reporter à l'article 3.2.3.3.4 ci-devant). Les contrôles sont à adapter à ces cas particuliers.

5.4.2 CONTROLES D'EXECUTION LORS DE LA PREPARATION DU SUPPORT

5.4.2.1 Domaine du bâtiment

Les DTU visent le plus souvent les travaux neufs. **Les travaux de préparation du support sont donc strictement limités dans les DTU sauf dispositions particulières du marché.**

Par exemple : dans le DTU 59.1, pour des travaux extérieurs de mise en peinture d'un béton brut de décoffrage :

- il faut que la qualité du subjectile corresponde à « **un parement soigné** » et sans excès de produits de démoulage ou de décoffrage :
  - **si tel est le cas**, la préparation du support se limite à un brossage, un époussetage ou un lavage et un égrenage,
  - **si tel n'est pas le cas**, des travaux de préparation supplémentaires sont à effectuer[41] ;
- le DTU impose en plus :
  - de s'assurer que le support présente un taux d'humidité ≤ 5 % et un pH ≤ 13,
  - d'exécuter le traitement des diverses taches et inscriptions ;
- le DTU précise que si le maître d'ouvrage a des exigences particulières, elles doivent figurer dans les documents particuliers **du marché (DPM)**.

Les différents DTU (59.1, 59.2, 59.3 et 26.1) précisent que **la réception du support** avant

[41] *Dans les travaux sur existants, il est conseillé au maître d'ouvrage de faire faire, d'une part, une étude sur l'état du support dont les résultats sont à intégrer dans le marché et, d'autre, part un relevé contradictoire de l'état du support.*

mise en œuvre des produits fait partie des travaux **à la charge de l'entrepreneur**, qui doit informer le maître d'ouvrage ou son maître d'œuvre des défauts de conformité constatés devant entraîner **des travaux préparatoires (du domaine du maçon) et les travaux supplémentaires de sa spécialité** qui en découlent.

Le DTU 42.1 impose que **l'étude des revêtements existants avant travaux**, lorsque les surfaces à traiter dépassent 500 m², soit effectuée par un professionnel ou un organisme indépendant choisi par le maître d'ouvrage. Dans le cas contraire, cette étude préalable peut être effectuée par l'entrepreneur. Les résultats de cette expertise sont intégrés **dans le marché**.

> Les contrôles se font donc en une ou deux phases :

- la première phase, éventuellement nécessaire, porte sur l'état du support après exécution **des travaux préparatoires du domaine du maçon** et destinés à rendre le support apte à être pris en charge par le peintre ;
- **la seconde phase, après l'intervention du peintre** pour préparer le subjectile à l'application de la protection.

Si la protection de surface du béton doit pouvoir résister à des actions (frottements, érosion…), à des agents agressifs[42] (dioxyde de carbone, chlorures, acides…) ou présenter un état de finition (absence totale de bullage…) non recensés par le DTU en vigueur, il est rappelé que **le marché** doit fixer les exigences correspondantes et également **les contrôles particuliers** à effectuer lors de la préparation du support. Pour la rédaction des documents particuliers **du marché** (DPM), il est possible de s'appuyer sur le tableau 4 de l'article 9.2 de la norme harmonisée NF EN 1504-10, qui liste les essais et contrôles de qualité à effectuer lors de la mise en œuvre, soit d'une imprégnation hydrophobe ou non, soit d'un revêtement de protection.

En conclusion, les résultats du relevé contradictoire de l'état du support visé à l'article 4.2.1 et les exigences en matière de préparation du support visées à l'article 4.2.2 complètent les exigences du DTU applicable. Il appartient **au marché** de préciser **l'importance des contrôles** que doit exécuter l'entrepreneur, puisque **les exigences de DTU ne sont que qualitatives**. Les enseignements tirés de l'épreuve de convenance sont à prendre en compte. Il est aussi possible de s'inspirer des dispositions applicables au domaine du génie civil.

5.4.2.2 Domaine du génie civil

La procédure de préparation du support définit le personnel, le matériel et les techniques à mettre en œuvre, qui sont fonction **de l'état de surface du support relevé contradictoirement et de l'état de surface à obtenir** pour pouvoir appliquer la protection de surface. Elle définit également les contrôles à effectuer.

> Les contrôles d'exécution lors de la préparation du support portent sur les points suivants :

- la réalisation de la préparation de l'opération, qui porte sur la présence du personnel qualifié, des moyens d'accès, du matériel en état de fonctionnement, des produits retenus, de la procédure et des documents de suivi… ;
- la disposition sur le chantier du relevé des défauts et des fissures, des résultats des mesures effectuées (la résistance à la traction directe du béton support, la porosité, la perméabilité…) et des résultats de l'étude préalable sur les revêtements existants, si tel est le cas ;

[42] *Se reporter à la norme expérimentale XP T 34-722*

- la planéité du support sur l'ensemble des surfaces après mise en œuvre des ragréages ou de l'enduit de dressement ;
- l'absence de décollement par sondage au marteau
- le traitement des fissures existantes si le revêtement n'a pas vocation à assurer leur pontage ;
- le traitement des balèvres, du bullage, des nids de cailloux… ;
- le traitement des taches de toute nature ;
- la propreté du support, par un examen visuel ou un essai d'essuyage (absence de traces de poussière, boues, salissures diverses…) ;
- la rugosité du support nécessaire à l'accrochage d'un revêtement ;
- la présence ou l'absence d'humidité du support, suivant qu'elle est nécessaire ou non à la mise en œuvre des produits ;
- le respect du pH limite de la surface du béton exigé par les produits à mettre en œuvre ;
- etc.

Photo n° 34 : état du support avant travaux et après préparation prêt pour les contrôles (crédit photo Parexlanko)

> La norme harmonisée NF EN 1504-10 liste des méthodes de mesure. Il convient de citer :

- l'essai n°5 relatif à mesure de **la résistance superficielle à la traction du support**, essai visé par la norme NF EN 1542 (le guide d'application GA P 18-902 fait référence à la norme homologuée NF EN 1062-11) ;
- l'essai n°4 relatif à la mesure de **la rugosité du support**, qui fait référence, soit à la norme NF EN 1766 (méthode de la surface de sable), soit aux normes NF EN ISO 3274 et NF EN ISO 4288 (méthode du profil de la texture au moyen d'un profilomètre) ;
- l'essai n°9 relatif à **la teneur en eau du support**, qui fait appel, soit à un examen visuel d'une cassure fraîche à une profondeur d'environ 2 cm, soit à des sondes d'humidité relative, soit à des mesures de résistivité électrique, soit enfin à des prélèvements d'échantillons pour essais en laboratoire (les DTU donnent également des méthodes de mesure[voir le présent guide]) ;
- l'essai n°11 relatif à **la mesure de la carbonatation du support**, qui fait appel à la prénorme européenne PR NF EN 14630 (les DTU donnent également des méthodes de mesures du pH [se reporter au présent guide]).

L'importance des contrôles à effectuer sur le plan quantitatif est à préciser **par le marché**. Il est possible de s'appuyer sur le tableau 4 de l'article 9.2 de la norme harmonisée NF EN 1504-10 cité ci-devant. Les résultats de ce contrôle à la fin de la préparation du support font

partie des données à recueillir et à analyser par le maître d'œuvre avant de lever le **POINT D'ARRÊT** autorisant la mise en œuvre de la protection.

Ce contrôle, après préparation du support, **est contradictoire** (intervention du contrôle extérieur) sauf disposition contraire **du marché**.

5.4.3 CONTROLES D'EXECUTION DE L'OPERATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION DE SURFACE DE SA PREPARATION A SON ACHEVEMENT

Les dispositions des articles 5.4.3.1 et 5.4.3.2 ci-après sont applicables **au domaine du bâtiment** comme **du génie civil**.

5.4.3.1 Contrôles d'exécution lors de la préparation de l'opération

Les contrôles d'exécution lors de la préparation de l'opération portent sur les points suivants :

- la présence et la prise de connaissance de tous les documents nécessaires (procédure d'exécution, documents de suivi, fiches techniques et de sécurité des produits et systèmes, modes d'emploi et d'entretien des matériels…) ;
- le constat de la réalisation des opérations préalables : l'épreuve de convenance de préparation du support et de mise en œuvre de la protection, la préparation du support… ;
- l'amenée et la mise en place des moyens d'accès qui doivent permettre d'appliquer la protection sur différentes parties de la structure et ce en toute sécurité (l'intervention du COP peut-être nécessaire) ;
- la présence, la propreté, le bon état, le bon fonctionnement et le bon réglage des matériels nécessaires ;
- la présence et la conformité de tous les produits nécessaires ;
- la mise en place des moyens de protection collective ou individuelle du personnel, en particulier en milieu confiné ;
- la présence et la compétence du personnel chargé de réaliser l'opération ;
- la constatation du respect des exigences en matière de température et d'hygrométrie de l'atmosphère et du support. Ces mesures sont à renouveler durant toute l'application de la protection, à chaque reprise du travail et en cas de changement climatique. Par temps froid, certains produits doivent être réchauffés et ce, normalement, au bain-marie ;
- etc.

Les DTU, le chapitre 8 de l'additif au fascicule 65 A, les guides techniques du LCPC ainsi que les fiches techniques précisent les exigences en matières de température, d'hygrométrie et de vitesse de vent… pour pouvoir appliquer une protection de surface en climat métropolitain, voire en climat tropical. La norme européenne harmonisée NF EN 1504-10 résume ces exigences comme suit :

- essai n°10, température du support généralement comprise entre +5°C et +30°C ;

- essai n° 24, vitesse du vent à ne pas dépasser : 8m/s ;
- essai n°25, température du support > +3°C au dessus du point de rosée ;
- essai n° 9, teneur en eau du support en fonction de la nature du produit ;
- etc.

5.4.3.2 Contrôles d'exécution lors de la préparation des produits

5.4.3.2.1 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques (impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements plastiques [RPE et RPSE], revêtements bitumineux…)

Les contrôles d'exécution lors de la préparation des produits portent sur les points suivants :

- **1. Cas des produits non solvantés :**
  - le respect des règles de sécurité liées aux fiches techniques des produits,
  - l'étiquetage du pot ou du bidon, pour vérifier que le produit est bien celui à mettre en œuvre (nature et couleur) et que la date de péremption n'est pas dépassée,
  - la qualité apparente du produit à l'ouverture du récipient,
  - l'outil d'homogénéisation du produit, qui doit être identique ou le même que celui utilisé durant l'épreuve de convenance (même puissance, même vitesse…) afin de minimiser l'inclusion de bulles d'air et l'échauffement du produit[43],
  - le temps d'homogénéisation,
  - l'homogénéité du produit et de sa teinte à la fin du mélange,
  - le temps de mûrissement avant utilisation,
  - etc. ;
- **2. Cas des produits solvantés** (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :
  - les précautions particulières d'emploi liées à l'utilisation d'un solvant (réaction au feu),
  - la quantité de solvant à ajouter au produit,
  - la mesure du temps d'écoulement au viscosimètre, si elle est prévue par la fiche technique (notice du produit ou de l'appareil de mise en œuvre) ;
- **3. Cas de certains produits bitumineux** (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :
  - par temps froid, la température du produit, car un préchauffage avant emploi peut être nécessaire,
  - l'évolution de la température et de la viscosité du produit pendant le préchauffage.

5.4.3.2.2 Cas de la préparation de produits prêts à l'emploi multicomposants à base de liants organiques (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes, systèmes d'étanchéité liquide [SEL]…) ou de liants hydrauliques et organiques (revêtements à base de liants hydrauliques modifiés [LHM], mortiers à base de ciment et résines réactives [EP-C]…)

Les contrôles d'exécution lors de la préparation des produits portent sur les points suivants :

- le respect des règles de sécurité liées aux fiches techniques,
- l'étiquetage des pots ou des bidons pour vérifier que le produit est bien celui à

[43] *Pour, certains produits, comme les hydrofuges de surface, l'agitation du bidon suffit pour homogénéiser le produit.*

mettre en œuvre (nature et couleurs) et que la date de péremption n'est pas dépassée,

- la présence des composants nécessaire à l'élaboration du produit ou système de protection ([base + durcisseur] ou [résine en émulsion + charges] pour les bicomposants [base + durcisseur + charges] pour les tricomposants…),
- la qualité apparente des différents composants à l'ouverture des récipients,
- le transvasement de la totalité des composants dans le récipient réservé au mélange (en général celui qui contient la base) et dans l'ordre fixé par la fiche technique. Toute erreur à ce niveau risque d'entraîner un défaut de durcissement du produit et la perte de ses performances,
- l'outil de mélange des composants, qui doit être identique ou le même que celui utilisé durant l'épreuve de convenance (même puissance, même vitesse…) afin de minimiser l'inclusion de bulles d'air, l'échauffement du mélange,
- le temps de mélange,
- l'homogénéité du produit (absence de grumeaux) et de sa teinte à la fin du mélange,
- le temps de mûrissement avant utilisation,
- la réalisation des prélèvements qui peuvent être nécessaires à la mesure de la dureté Shore après polymérisation,
- la mesure de la température du mélange et de son évolution pour détecter la polymérisation et la fin de la DPU,
- etc. ;

5.4.3.2.3 Cas de la préparation des produits à base de liants hydrauliques (enduits traditionnels, enduits monocouche…)

Les contrôles d'exécution lors de la préparation des mortiers portent sur les points suivants :

1. Cas des produits prêts à l'emploi :

- le respect des règles de sécurité liées aux fiches techniques,
- l'étiquetage des sacs pour vérifier que le produit est bien celui à mettre en œuvre (nature et couleur) et que la date de péremption n'est pas dépassée,
- la qualité apparente du produit à l'ouverture du sac (absence de mottes…),
- la machine de malaxage des composants, qui doit être identique ou la même que celle utilisée durant l'épreuve de convenance (même capacité, même puissance, même vitesse…) afin d'obtenir le malaxage requis,
- la vérification que tous les composants nécessaires ont été introduits dans l'auge (malaxage ou avec un mélangeur à hélice) ou la cuve (malaxage mécanique) affectée au mélange, dans l'ordre et en respectant les quantités conformément à la procédure d'exécution (normalement, les produits prêts à l'emploi sont prédosés et la totalité de la charge du sac ou du récipient doit être utilisée conformément à la fiche technique),
- la quantité d'eau ajoutée, qui doit être celle prévue dans la fiche technique (la température de l'eau est à vérifier, si nécessaire),
- le temps de malaxage,
- l'homogénéité du produit (absence de grumeaux) et de sa teinte à la fin du mélange,
- etc.

- **2. Cas des produits fabriqués sur le chantier** (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :
  - l'état et l'étalonnage des moyens de pesée,
  - la vérification que les adjuvants nécessaires ont été introduits en respectant les quantités fixées dans la procédure d'exécution,
  - etc.

5.4.3.2.4 Cas des autres produits (inhibiteurs, armatures textiles…) et dans le cas de conditions d'application exceptionnelles (températures extrêmes…)

Les contrôles d'exécution lors de la préparation de ces autres produits sont à fixer dans **le marché** ou sont proposés par **l'entrepreneur** à l'acceptation **du maître d'œuvre**.

Dans le cas de conditions d'application exceptionnelles, il convient de prévoir **une épreuve d'étude** adaptée et **les délais nécessaires** pour l'exécuter et l'interpréter.

5.4.3.3 Levée du point d'arrêt avant la réalisation de l'opération

La levée du POINT D'ARRÊT par **le maître d'œuvre** conditionne la réalisation de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface. Cette levée impose que les opérations définies ci-après soient terminées et aient donné satisfaction :

- l'épreuve de convenance de préparation du support ;
- l'épreuve de convenance relative à la mise en œuvre d'une protection de surface du béton ;
- les contrôles d'exécution relatifs à la préparation du support, de l'opération et des produits visés dans les articles 5.4.2, 5.4.3.1, 5.4.3.2 ci-devant.

5.4.3.4 Contrôles d'exécution lors de la réalisation de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface

5.4.3.4.1 Généralités

Durant la mise en œuvre d'une protection de surface du béton, les points suivants, **communs au domaine du bâtiment et à celui génie civil**, sont à contrôler :

- le respect des règles de sécurité ;
- le respect des dispositions de la procédure d'exécution (PAQ), des fiches techniques et des fiches de données de sécurité,
- l'humidification préalable du support (cas des produits à base de liants hydrauliques) et une teneur en eau limitée du support < 5 % (cas des produits à base de liants organiques) ;
- l'évolution des conditions thermiques et hygrométriques de l'atmosphère et du support (zone d'application soumise à un ensoleillement direct, arrivée de la pluie et/ou du vent…) et les dispositions prises pour en réduire les effets (mise en place de protection, arrêt de chantier…) ;
- la protection contre la poussière, les salissures en provenance de la préparation de surface d'une autre zone ;
- les dispositions appliquées en cas d'incident de chantier (panne de matériel, mauvaise mise en œuvre…) ;
- la gestion des documents de suivi ;

- les précautions prises en particulier pour éviter les reprises visibles lors des interruptions de mise en œuvre (pause déjeuner, fin de journée…) ;
- etc.

Les différentes méthodes de mesures figurent dans les DTU, les guides techniques du LCPC et dans la norme harmonisée NF EN1504-10. Ces différents documents renvoient aux normes en vigueur traitant du sujet. Le présent guide donne les principales méthodes de mesure et leurs sources.

Les méthodes de mesure de la température, de l'hygrométrie et de la vitesse du vent, qui sont visées par la norme harmonisée NF EN 1504-10, font appel aux méthodes suivantes :

- l'essai n°10 relatif à **la température du support** précise :
  - qu'il faut utiliser un thermomètre conçu pour mesurer les températures de surface d'une précision de lecture de ±0,5°C,
  - qu'il faut appliquer un produit assurant le contact thermique avec le support,
  - que le thermomètre doit être placé au point de mesurage et au centre d'un matériau isolant, tel qu'une plaque de polystyrène d'une surface de 0,5 m^2 et d'une épaisseur de 70 mm,
  - qu'il faut effectuer la mesure lorsque la température est stable (variation de la température avec le temps < à 1 °C/5 min) ;
- l'essai n°21 relatif à **la température ambiante** doit être effectué avec un thermomètre permettant de respecter une précision de lecture de ±0,5°C ;
- l'essai n°22 relatif **à l'humidité ambiante** vise la norme ISO 4677 1-2 (se reporter à l'article 4.3.1 ci-devant) ;
- l'essai n° 22 relatif **au point de rosée** vise aussi la norme ISO 4677 1-2 ;
- l'essai n°24 relatif **à la vitesse du vent** fait appel à un anémomètre.

5.4.3.4.2 Domaine du bâtiment

Les différents DTU fixent essentiellement **les contrôles à effectuer après l'application des produits et systèmes** afin de vérifier que la protection de surface a correctement été mise en œuvre. Ils ne développent pas les contrôles à effectuer en cours d'application.

Suivant la nature du produit ou du système de protection à mettre en œuvre, **le marché** peut compléter les exigences du DTU applicable en s'inspirant des exigences du domaine du génie civil qui suivent.

5.4.3.4.3 Domaine du génie civil

Les contrôles d'exécution relatifs à la mise en œuvre d'une imprégnation hydrophobe ou non (produits hydrofuges, minéralisateurs, lasures) portent sur les points suivants :

- le nombre de couches appliquées (normalement, une seule pour les produits hydrofuges) et le délai de séchage entre les couches en fonction des conditions climatiques ;
- les quantités de produit mises en œuvre au m^2 de surface. En effet, après séchage, il est normalement impossible de mesurer l'épaisseur des produits hydrofuges mis en œuvre. C'est cependant possible pour les lasures ;
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent… ;
- la durée de l'opération (rendement) ;
- etc.

Les contrôles spécifiques à la mise en œuvre **des inhibiteurs de corrosion** sont à fixer **au marché** (se reporter **au GUIDE N°1 [FABEM]**.

> Les contrôles d'exécution relatifs à la mise en œuvre d'un revêtement de protection à base de liants organiques (peintures et revêtements) portent sur les points suivants :

- le nombre de couches appliquées et le délai de séchage entre les couches en fonction des conditions climatiques ;
- les épaisseurs humides (après application et avant séchage) des différentes couches
- les quantités de produit mises en œuvre au m^2 de surface ;
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent … ;
- le respect de la durée pratique d'utilisation (DPU) ;
- la durée de l'opération (rendement) ;
- etc.

La mesure de l'épaisseur humide peut être effectuée au moyen d'une jauge de « Nordson », d'un peigne d'une roue dentée… (se reporter au guide technique de 1999 du LCPC et à l'essai n° 26 décrit dans la norme harmonisée NF EN 1504-10) comme suit :

La méthode n° 1 de la norme ISO 2808 qui est reprise dans la norme NF T 30-125 donne **deux méthodes** pour mesurer l'épaisseur à l'état humide :

- la jauge à peigne ;
- la jauge à roue dentée.

La jauge à peigne, qui est utilisée pour mesurer l'épaisseur des peintures et vernis, semble plus facile à adapter au mesurage de l'épaisseur des revêtements de produits de réparation. La jauge est constituée d'un peigne, en général en acier inoxydable, dont les dents extérieures forment une ligne de base. Les dents intérieures sont progressivement plus courtes, de manière à présenter une série d'intervalles entre les dents et la ligne de base, et la taille de chaque intervalle peut être lue sur l'échelle de la jauge. Aussitôt après l'application du produit, placer la jauge à peigne fermement sur le support, de telle manière que les dents soient perpendiculaires au plan de la surface et que le peigne ne glisse pas. Retirer la jauge et puis examiner les dents pour déterminer quelle est la plus courte des dents à avoir touché le revêtement humide. Au moins trois mesures sont effectuées, en différents endroits et de manière identique pour obtenir des résultats représentatifs de toute la surface réparée.

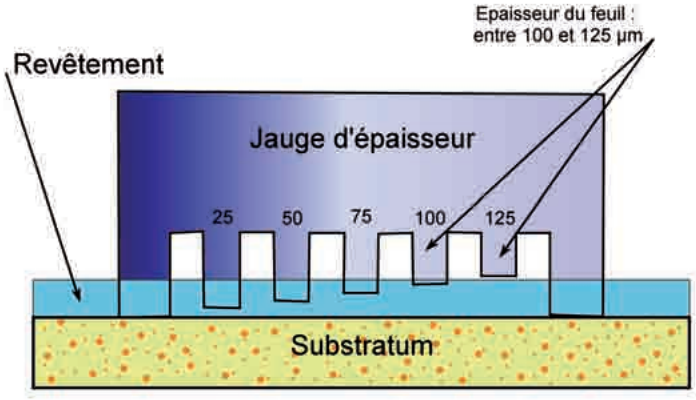


Figure n° 1919 : contrôle de l'épaisseur d'un feuil humide avec une jauge à peigne

- Les contrôles d'exécution relatifs à la mise en œuvre d'un enduit de protection à base de liants hydrauliques (enduits traditionnels, enduits monocouche, revêtements minces à base de liants hydrauliques modifiés…) portent sur les points suivants :
  - l'humidification préalable du support,
  - l'épaisseur des couches de mortier et le respect du délai d'attente entre les couches,
  - la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent … ;
  - l'humidification après la réalisation si les conditions climatiques l'imposent (temps sec ou venteux),
  - la durée de l'opération et les quantités mises en œuvre,
  - etc. ;

Les revêtements minces peuvent être armés. Dans ce cas, le contrôle porte sur le respect du recouvrement minimal entre les lés, le sens de pose des lés et l'efficacité du marouflage.

5.4.3.5 Contrôles d'exécution après l'achèvement de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface

5.4.3.5.1 Généralités

Rappel : le marché précise les essais et contrôles qui relèvent **du contrôle interne** et ceux qui relèvent **du contrôle extérieur** ainsi que les conditions de leur validation.

Les résultats des contrôles après l'achèvement de l'opération doivent être satisfaisants. Ils sont pris en compte pour la réception des travaux. Ils constituent **un POINT D'ARRÊT**. Dans le cas contraire, une fiche de non-conformité doit être ouverte et les défauts font normalement l'objet d'une reprise.

5.4.3.5.2 Domaine du bâtiment

Les différents DTU applicables fixent la consistance des contrôles après mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection… **Le marché** ajoute **des méthodes d'essai** en tant que de besoin compte tenu des nouvelles fonctions introduites par les nouvelles normes européennes ou si la protection doit satisfaire à des fonctions particulières (résistance au nettoyage à l'eau sous pression, résistance aux pressions d'eau…). Voir les contrôles du génie civil de l'article 5.4.3.5.3 ci-après.

Il faut ajouter, **dans les contrôles après mise en œuvre**, ceux relatifs à la réalisation **du traitement des points singuliers** (joints du gros œuvre, retours techniques, acrotères…), qui sont indispensables à la bonne tenue des revêtements (se reporter au DTU 42.1 et au DTU 26.1).

■ Cas du DTU 59.1 : travaux de peinture des bâtiments

Le DTU 59.1 impose pour les travaux extérieurs, dans son article 7 et dans le tableau E4 de l'annexe E, cinq (5) contrôles spécifiques (huit [8] pour les travaux intérieurs) après application d'un produit ou d'un système sur un béton. Ces contrôles portent sur les points suivants :

- l'uniformité de la couleur (comparaison avec les éprouvettes échantillons de couleurs de l'épreuve de convenance) ;

- la brillance (brillant spéculaire BS) ;
- l'aspect de surface (conformité aux éprouvettes de référence de l'essai de convenance) ;
- l'adhérence (essai de traction sur plots) ;
- l'épaisseur (deux méthodes).

> Il est à noter que les références de certaines des normes d'essai de ce DTU ne sont pas à jour :

- l'observation de l'uniformité de couleurs doit être réalisée conformément à la norme homologuée NF EN ISO 3668, qui remplace la norme homologuée NF T 30-061 ;
- la mesure du brillant spéculaire doit être réalisée conformément à la norme homologuée NF EN 2813, qui remplace la norme homologuée NF T 30-064. Les valeurs limites de l'indice BS figure dans le DTU et sont fonction de l'état de surface (mat ou satiné ou brillant) ;
- l'observation de l'aspect de surface se fait à 2 m avec un éclairage orienté de 70° à 110° ;
- la mesure de l'adhérence d'un revêtement sur béton doit être réalisée suivant la méthode 5a du DTU qui est une transposition chantier des normes homologuées NF EN ISO 4624 et NF EN 1542[44] ;
- la mesure de l'épaisseur du revêtement sec peut être effectuée avec les deux méthodes suivantes (voir la page 88 du guide technique de 2002 du LCPC)[45] :
  - **la méthode du comparateur** à ±2µm près, visée par la norme homologuée NF T 30-122 (Peintures – Détermination de l'épaisseur du feuil – Méthode du comparateur) ;
  - **la méthode du microscope**, visée par la nouvelle norme homologuée NF T 30-123 (Peintures – Détermination de l'épaisseur du feuil – Méthode du microscope). Cette méthode comporte 3 sous méthodes :
    - > méthode A à ±1µm,
    - > méthode B à ±5µm près,
    - > méthode C à ±5µm près (méthode de l'entaille en coin qui nécessite un appareillage spécial).

Remarque : la méthode du microscope décrite dans le DTU 59.1 s'effectue sur une écaille de revêtement. La nouvelle norme propose trois types de mesures.

Photo n° 35 : appareil pour le contrôle de l'épaisseur d'un revêtement (photo Erichsen)

[44] *La norme harmonisée NF EN 1504-10 vise dans son essai n°5 la norme EN 1542*

[45] *La norme harmonisée NF EN 1504-10 vise dans son essai n°29 la norme ISO 2808 (voir la NF EN ISO 2808 de décembre 1999 et la prNF EN ISO 2808)*

Cas du DTU 59.2 : revêtements plastiques épais sur bétons et enduits à base de liants hydrauliques

Le DTU 59.2 impose pour les travaux extérieurs, dans son chapitre 5 et dans ses annexes 2 et 3, quatre (4) contrôles spécifiques après application d'un produit ou d'un système sur un béton. Ces contrôles portent sur les points suivants :

- l'uniformité de la couleur (comparaison avec les éprouvettes échantillons de couleurs de l'épreuve de convenance) ;
- l'aspect de surface (conformité aux éprouvettes de référence de l'essai de convenance) ;
- l'adhérence (essai de traction sur plots ou méthode simplifiée [*]) ;
- l'épaisseur du revêtement sec (jauge d'épaisseur [*] ou conformateur de mesure du profil géométrique [*]).

Remarque : les méthodes de mesures marquée [*] du DTU 59.2 pourraient être remplacées par des méthodes de mesures plus récentes visées ci-devant dans l'article consacré au DTU 59.1.

Cas du DTU 59.3 : peinture de sols

Le DTU 59.3 impose pour les travaux extérieurs, dans le chapitre 5 et l'annexe 1 du CCS, cinq (5) contrôles spécifiques après application d'un produit ou d'un système sur un béton. Ces contrôles portent sur les points suivants :

- l'aspect de surface (conformité aux éprouvettes de référence de l'essai de convenance) ;
- appréciation visuelle de la couleur (comparaison avec les éprouvettes échantillons de couleurs de l'épreuve de convenance) ;
- l'adhérence (essai de traction sur plots) ;
- l'épaisseur du revêtement sec (deux méthodes) ;
- insensibilité à l'eau.

Les méthodes de mesures du DTU 59.3 sont les suivantes :

- l'observation de l'aspect de surface se fait à 2 m avec un éclairage normal ;
- l'observation de l'uniformité de couleurs doit être réalisée conformément à la norme homologuée NF EN ISO 3668, qui remplace la norme homologuée NF T 30-061 ;
- la mesure de l'adhérence d'un revêtement sur béton doit être réalisée par traction sur plots suivant la norme homologuée NF EN ISO 4624 (voir la page 86 du guide technique de 2002 du LCPC) ;
- la mesure de l'épaisseur du revêtement sec peut être effectuée avec les deux méthodes suivantes explicitées dans l'article consacré au DTU 59.1 ci-devant et à la page 88 du guide technique de 2002 du LCPC[46] :
  - la méthode du comparateur ;
  - la méthode du microscope.

Remarque : la méthode du microscope décrite dans le DTU 59.3 s'effectue sur une écaille de revêtement. La nouvelle norme propose trois types de mesures.

[46] La norme homologuée NF EN 1504-10 vise dans son essai n°29 la norme ISO 2808 (voir la NF EN ISO 2808 de décembre 1999 et la prNF EN ISO 2808)

■ **Cas du DTU 42.1 : réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères**

Le DTU 42.1 ne fixe aucune exigence en matière de contrôle après application d'un produit ou d'un système sur un béton. **Le marché** peut se faire référence aux contrôles du DTU 59.2.développés ci-devant.

Nota : *le futur DTU 42.1 traite des contrôles de réception.*

■ **Cas du DTU 26.1 : enduits aux mortiers de ciments…**

Le DTU 26.1 impose, dans le chapitre 13, quatre (4) contrôles spécifiques après mise en œuvre d'un enduit sur un support neuf. Ces contrôles portent sur les points suivants :

- la planitude à la règle de 2 mètres : la flèche ne doit pas dépasser :
  - 1 cm pour un enduit courant,
  - 0,5 cm pour un enduit exécuté entre nus et repères ;
- l'aspect : l'enduit doit présenter un état de surface régulier exempt de soufflures, cloques et fissures caractérisées ;
- l'aplomb, pour les enduits exécutés entre nus et repères, doit présenter une tolérance de verticalité de 1,5 centimètres mesurée sur 3 mètres ;
- en cas de doute sur l'adhérence de l'enduit (par exemple, zones sonnant creux…) la mesure de l'adhérence se fait après carottage et les résultats des mesures doivent satisfaire aux valeurs planchers du DTU.

Il est possible d'y ajouter :

- la durée de prise et la résistance sur éprouvette du mortier ;
- la couleur en cas d'utilisation d'un mortier teinté ;
- etc.

Photo n° 36 : bâtiments avant et après travaux (crédit photo Parexlanko et Poineau)

La présence de fissures dans un enduit dénote, soit une fissuration existante du support qui n'a pas été traitée (par exemple, fissure au niveau d'un plancher au droit d'une reprise de bétonnage), soit un défaut d'hydratation du support avant la mise en œuvre de l'enduit.

La présence d'un faïençage de l'enduit dénote un défaut de cure (d'hydratation) et/ou de protection contre les effets du soleil ou d'un vent fort et sec après prise du mortier, qui peut aller jusqu'au « grillage » de l'enduit.

D'autres défauts peuvent apparaître avec le temps : ils ne relèvent plus des contrôles de chantier mais du domaine de la gestion de l'ouvrage (responsabilités et garanties).

Photo n° 37 : défauts d'exécution pouvant apparaître avec le temps (photo Poineau)

5.4.3.5.3 Domaine du génie civil

Le marché fixe la consistance des contrôles après mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection en tenant compte **des fonctions principales et /ou optionnelles** demandées **à la protection de surface**. Ces contrôles doivent être cohérents avec les dispositions du guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902, de façon à ne pas être en contradiction avec les nouvelles normes européennes des séries 1062-* et 1504-***.

Le marché peut ajouter **des contrôles supplémentaires** lorsqu'il exige **des fonctions optionnelles complémentaires** non visées par les normes européennes (par exemple, les revêtements antigraffiti).

Le cas des enduits à base de liants hydrauliques est traité à la fin du présent article.

Le marché doit fixer le nombre des essais à exécuter. Ce nombre dépend de l'importance des surfaces à traiter.

L'examen des différents textes existants listés ci-après a permis de fixer les points sur lesquels doivent porter les contrôles. Ces points figurent dans les deux tableaux (Tableau n° 29 et Tableau n° 30) qui suivent et se complètent :

Les textes existants sont :

- le chapitre 8 de l'additif au fascicule 65 A du CCTG ;
- la norme homologuée NF P 95-103 ;
- la série des normes homologuée NF EN 1062-* ;
- la norme homologuée NF EN 1504-10 ;
- le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902
- le guide technique de 1996 LCPC-SETRA ;
- le guide technique de 1999 du LCPC ;
- le guide technique de 2002 du LCPC.

Photo n° 38 : contrôle de l'adhérence d'un revêtement par traction directe (photo Jean-Paul Benneton LRPC de Lyon)

> Premier tableau issu des textes français (CCTG, normes, guides...) :

N° de l'essai	Caractéristiques	Norme de référence	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface	Observations
1	Dureté shore mesurée avec un duromètre	NF EN ISO 868	Non	Oui	S'applique aux produits polymérisables
2	Aspect	NF EN ISO 4628-* (1, 2, 4, 5, 6 et 7) Peintures et vernis : Évaluation des dégradations des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts	Oui pour les lasures	Oui	Les différents défauts d'aspect concernent : les coulures, les embus (zone poreuse), les surépaisseurs, le faïençage, le cloquage, le peau d'orange ou de crocodile, les yeux de perdrix.
3	Contrôle de l'épaisseur sèche	NF T 30-121 : méthode du micromètre NF T 30-122 : méthode du comparateur NF T 30-123 : méthodes A, B et C du microscope	Possible pour les lasures	Oui	Méthodes liées à celle de la norme ISO 2808 visée dans le deuxième tableau.
4	Contrôle de l'adhérence	XP ou NF EN ISO 4624 (indice de classement NF T 30-062 liée à la norme NF EN ISO 2808) ou NF EN 1542	Possible pour les lasures	Oui	La norme NF EN 1504-10 vise aussi dans son essai n°35 la norme ISO 4624 Il faut multiplier les mesures qui sont plus délicates sur site que sur éprouvettes en laboratoire.
5	Contrôle de la couleur	NF T 34-554-2 de mesure de l'écart colorimétrique NF T 34-554-1 valeurs limites	Possible pour les lasures	Oui	L'écart est à fixer au marché avec la durée de garantie. Non visé dans le deuxième tableau.
6	Contrôle de la perméabilité à l'air	Essai BT CRIS (voir le guide technique du LCPC de 2002)	Possible	Oui	Nombre de secondes nécessaires au rétablissement de la pression atmosphérique dans une cloche à vide.
7	Contrôle de la consommation	Sans	Applicable à toutes les imprégnations	Oui	Le contrôle de l'épaisseur d'une imprégnation n'est pas possible.

Tableau n° 29 : les différents contrôles prévus par les textes français

> Deuxième tableau issu des normes européennes (extrait du tableau n° 4 de la norme NF EN 1504-10 relatif à l'état final après durcissement d'une protection de surface par application, soit d'une imprégnation hydrophobe ou non, soit d'un véritable revêtement) :

N° de l'essai	Caractéristiques	Méthode d'essai ou d'observation	Essai « E » ou observation « O »	Norme de référence	Fréquence d'essai ou d'observation	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface
29	Épaisseur du revêtement sec	Entaille en coin ou mesurage de quantité	E	NF EN ISO 2808	Une fois	Non	Oui
30	Recouvrement par le revêtement	Examen visuel	O	NF EN ISO 4628-1	Une fois	Non	Oui
31	Pénétration de l'imprégnation	Carottage et examen visuel ou mesure de quantité	O et E	EN 12504-1 et NF EN ISO 2808		Si prévu au marché	Non
32	Perméabilité à l'eau du revêtement	Essai « Karsten »	E	NF EN 12390-8 et ISO 7031 (supprimée (*)	Une fois	Oui	Si prévu au marché
35	Adhérence du revêtement	Essai d'entaille transversale	E	NF EN ISO 2409 et NF EN ISO 4624		Non	Oui
		ou essai d'arrachement	E	NF EN ISO 1542			Oui
45	Couleur et texture des surfaces finies	Examen visuel	O			Voir remarque	Voir remarque

Tableau n° 30 : les différents contrôles prévus par les textes européens

Remarques :

- l'imprégnation (cas des lasures) ou le revêtement peuvent avoir en plus une fonction décorative qui n'a pas été retenue dans la norme européenne. Les contrôles spécifiques à prévoir sont dans le premier tableau ;
- (*) attention, la norme ISO 7031 (Béton durci – Détermination de la profondeur de pénétration de l'eau sous pression) n'existe plus.

Les contrôles spécifiques à la mise en œuvre **des inhibiteurs de corrosion** sont à fixer **au marché** (se reporter au guide technique de 2002 du LCPC et demander des conseils aux spécialistes compte tenu des incertitudes qui règnent dans ce domaine très pointu).

> Cas d'un enduit à base de liants hydrauliques :

Les méthodes de contrôle à appliquer après mise en œuvre **d'un enduit de protection** à base de liants hydrauliques peuvent être reprises dans le fascicule n°26 du CCTG : Exécution des enduits superficiels. Elles peuvent être complétées si nécessaire en s'inspirant de l'article consacré au DTU 26.1 ci-devant.

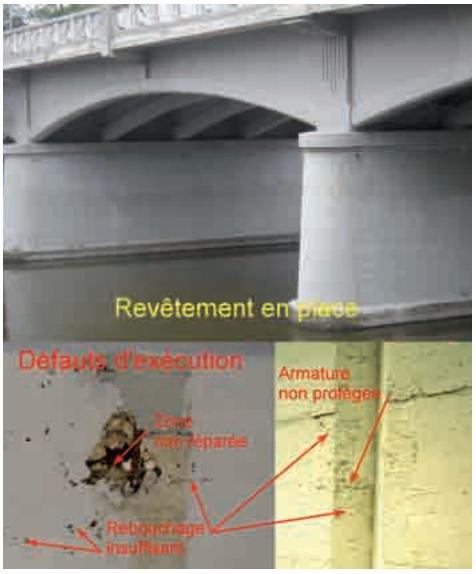


Photo n° 39 : revêtement de protection en place sur un pont et défauts d'exécution (crédit photo Parexlanko et Poineau)

5.5 Réception des travaux

La réception des travaux, dans le cadre de la législation en vigueur, obéit aux exigences du **Maître de l'ouvrage** qui en fixe la consistance et le calendrier **dans le marché**.

À la fin des travaux, **l'entrepreneur** remet **au maître d'œuvre** l'ensemble des résultats des essais réalisés ainsi que l'ensemble du documents du PAQ, même si **le marché** a prévu qu'une photocopie de ces documents soient remise **au maître d'œuvre** au fur et à mesure de l'exécution (sauvegarde de sécurité).

6 Hygiène et sécurité

6.1 Rappel des obligations
6.2 Cas d'un chantier de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton

6.1 Rappel des obligations

L'**entrepreneur** doit s'assurer du respect de la législation du travail en matière d'hygiène et de sécurité.

> Le Code du Travail impose une coordination des travaux dans les deux cas suivants :

- intervention pour travaux d'une entreprise dite extérieure dans l'établissement d'une autre entreprise dite utilisatrice. C'est le chef de l'entreprise utilisatrice qui assure la coordination générale ;
- chantier temporaire ou mobile où interviennent au moins deux entreprises. Un coordonnateur de sécurité et de protection de la santé (coordonnateur SPS) est requis sur le chantier.

> Le coordonnateur SPS est au moins de niveau 2 si les travaux effectués peuvent être qualifiés de dangereux :

- utilisation de substances extrêmement ou facilement inflammables, toxiques ou nocives ;
- risques de chutes de plus de 3 m de hauteur ;
- travaux en milieu confiné ;
- etc.

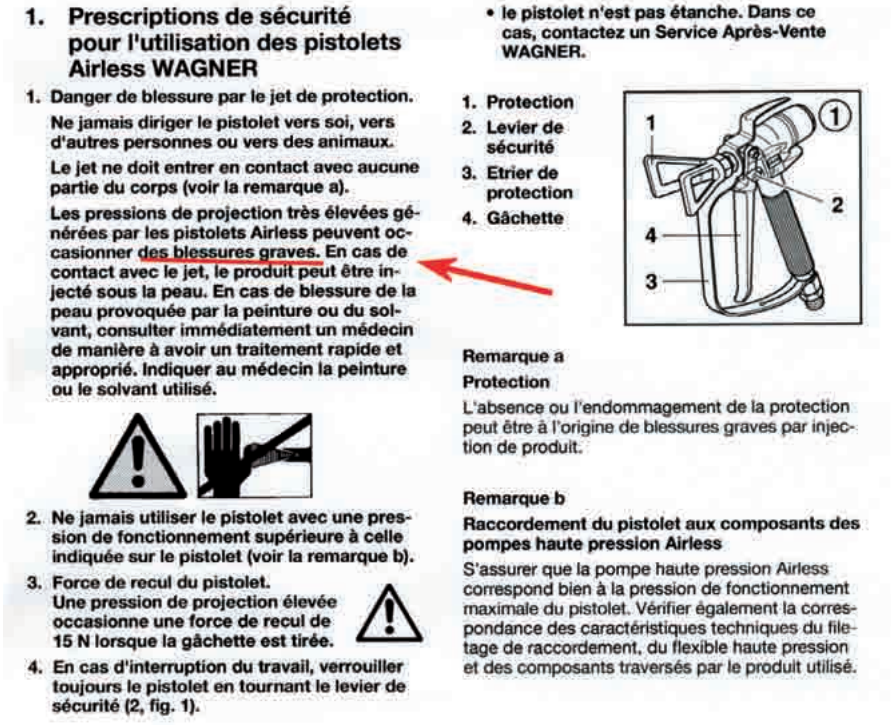
Cas d'un chantier de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton

Cette partie de texte ne traite que des dispositions à mettre en œuvre pour assurer la protection des personnes lors de la réalisation des travaux. Elle ne traite pas des installations de chantier ni des moyens d'accès (échafaudages, nacelles automotrices…) même si ces points sont évoqués dans le présent document. **Se reporter au GUIDE GÉNÉRAL (GUIDE N°O) qui traite du chantier de réparation dans son ensemble et des textes de référence.**

Certains composants utilisés lors des travaux **sont toxiques** (diluants réactifs des résines époxydiques, solvants, constituants des polyuréthannes, etc.), **corrosifs** (liants minéraux à base de silicates, ciments, liants organiques de nature basique, etc.) ou encore **inflammables** (solvants, etc.).

La fiche technique d'un matériel ou d'un produit indique quelles sont **les précautions** à prendre pour éviter **les accidents, les intoxications…** Par exemple :

- un pistolet de type « airless » fonctionne à des pressions dépassant les 20 MPa (200 bars). Il peut provoquer des blessures graves et même mortelles. Il ne doit jamais être dirigé vers une partie du corps et la sécurité doit être enclenchée en cas d'interruption du travail… ;
- à proximité d'un chantier de mise en œuvre au pistolet d'une peinture inflammable, à cause des risques d'explosion, il faut prohiber l'utilisation d'un moteur thermique, d'une flamme nue…, il ne faut pas débrancher des câbles électriques (risques d'étincelles), il faut relier les appareils électriques à la terre (effets de l'électricité statique)… ;
- il faut se protéger (masque et lunettes) des vapeurs et projections produites par l'utilisation d'un pistolet à peinture…



1. Prescriptions de sécurité pour l'utilisation des pistolets Airless WAGNER

1. Danger de blessure par le jet de protection.
Ne jamais diriger le pistolet vers soi, vers d'autres personnes ou vers des animaux.
Le jet ne doit entrer en contact avec aucune partie du corps (voir la remarque a).
Les pressions de projection très élevées générées par les pistolets Airless peuvent occasionner des blessures graves. En cas de contact avec le jet, le produit peut être injecté sous la peau. En cas de blessure de la peau provoquée par la peinture ou du solvant, consulter immédiatement un médecin de manière à avoir un traitement rapide et approprié. Indiquer au médecin la peinture ou le solvant utilisé.

2. Ne jamais utiliser le pistolet avec une pression de fonctionnement supérieure à celle indiquée sur le pistolet (voir la remarque b).

3. Force de recul du pistolet.
Une pression de projection élevée occasionne une force de recul de 15 N lorsque la gâchette est tirée.

4. En cas d'interruption du travail, verrouiller toujours le pistolet en tournant le levier de sécurité (2, fig. 1).

• le pistolet n'est pas étanche. Dans ce cas, contactez un Service Après-Vente WAGNER.

1. Protection
2. Levier de sécurité
3. Etrier de protection
4. Gâchette

Remarque a
Protection
L'absence ou l'endommagement de la protection peut être à l'origine de blessures graves par injection de produit.

Remarque b
Raccordement du pistolet aux composants des pompes haute pression Airless
S'assurer que la pompe haute pression Airless correspond bien à la pression de fonctionnement maximale du pistolet. Vérifier également la correspondance des caractéristiques techniques du filetage de raccordement, du flexible haute pression et des composants traversés par le produit utilisé.

Figure n° 20 : consignes de sécurité de la fiche technique d'un pistolet (extrait d'un document Wagner)

6.2 Cas d'un chantier de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton

L'entrepreneur doit organiser son chantier de façon à protéger les personnes collectivement ou, si cela est impossible, individuellement. **Par exemple :**

- tous les produits doivent être munis d'un étiquetage réglementaire conformément à la réglementation en vigueur (arrêtés ministériels des 20 octobre 1990 et 20 avril 2004) ;
- le chantier étant au moins de la catégorie 2, le Plan Général de Coordination (PGC) doit faire mention des risques liés à l'utilisation des différents produits dont les fiches de données de sécurité (FDS) doivent être obligatoirement fournies ;
- les dispositifs de protection sont choisis en fonction des recommandations des fiches FDS ;
- dans les lieux confinés, la protection est réalisée **préférentiellement de façon collective** avec mise en place d'une ventilation forcée avec arrivée d'air frais non pollué et l'extraction des vapeurs dangereuses. De plus, des capteurs étalonnés sont à mettre en place pour suivre dans l'atmosphère du chantier les concentrations des divers produits nocifs utilisés ;
- dans les autres lieux ou lorsque la mise en œuvre d'une protection collective s'avère impossible, les intervenants doivent être munis d'un équipement de protection individuelle adaptée :
  - appareils respiratoires filtrants à ventilation assistée avec masques et demi-masques ou avec cagoules,
  - appareils isolants non autonomes à air libre ou à adduction d'air comprimé… ;
- à ces équipements de protection contre les vapeurs nocives, il faut ajouter des vêtements de protection jetables, des gants de protection et des lunettes contre les projections, etc. ;
- en cas d'utilisation de produits inflammables, ceux-ci sont mis en œuvre en respectant scrupuleusement les précautions d'emploi pour éviter tout risque d'incendie ;
- le personnel doit être informé et sensibilisé aux risques liés à l'utilisation de certains produits et aux mesures de protection à prendre individuellement et/ou collectivement
- le médecin du travail doit être informé que les salariés sont exposés à certains produits afin de pouvoir assurer une surveillance médicale renforcée (SMR) ;
- etc.

Photo n° 40 : équipements de protection individuelle (photos Poineau)

Nota :

- *la liste des normes relatives aux différents dispositifs de protection est donnée en annexe au GUIDE GÉNÉRAL (GUIDE N°O) ;*
- *l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics ou OPPBTP édite des fiches et des guides de sécurité et présente les bonnes pratiques de sécurité sur son site SPOTH-BTP[47]. Il peut également être consulté. Adresse : Tour Amboise 204 rond-point du Pont-de-Sèvres 92516 Boulogne-Billancourt.*

[47] *www.spoth-btp.fr*

7

Gestion des déchets du chantier[48]

7.1 Rappel des obligations

7.2 Cas d'un chantier de mise en œuvre d'un système de protection de surface pour béton

[48] *Consulter le guide de la FNTP de 2005 intitulé : les principes de gestion des déchets de chantier*

Un chantier est considéré comme **une installation classée** s'il peut présenter des dangers ou des inconvénients pour la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement. Cette installation est soumise **à autorisation ou à déclaration** suivant la gravité des dangers ou des inconvénients qu'elle présente.

Les contraintes sont imposées par des lois et décrets[49] qui sont regroupés dans **le Code de l'Environnement**. Se reporter au **GUIDE GÉNÉRAL (GUIDE N°O)** qui traite en détail de la gestion des déchets et donne les textes de référence.

L'entrepreneur doit demander avant tout début de travaux **les autorisations nécessaires de démarrage des travaux et les certificats d'acceptation préalable pour les déchets dangereux (DIS)**. Il doit tenir compte des sujétions liées à la récupération, au transport et au traitement de tous les déchets générés par les travaux.

SYMBOLES REQUIS PAR LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL	DÉFINITION	PRODUITS CONCERNÉS
Xi. IRRITANT	**Irritant :** Produit piquant les yeux, la gorge, le nez ou la peau. Il provoque des manifestations de chaleur, de rougeur et de douleur. **Précaution :** Éviter les contacts avec les yeux et la peau, ne pas respirer les poussières ou les vapeurs. Consulter un médecin en cas de malaise.	arcaline 2, codipral, cortabloc, cortacel, élipral, élipral F, enduit du marais F, enduit du marais G, ferma joinzolor, fermader spécial plâtre, fermadur plus, fermadur primo, fermaflex classic, fermaflex record, fermafluide chrono, fermafluide tempo, fermagrès pro, fermagrès rapide, fermajoint, fermajoint DL, fermajoint plus, fermajoint souple, fermopoxy, fermoxol, ibo antimousse, ibo effaceur GR, ibo net PH, iboprim, ibovit, interkal, lenzit F, lenzit G, madarep, monopral F, monopral KS, motex dry DR 520, motex dry MC 530, motex dry MI 510, motex fix CO 130, motex fix SC 125, motex repair MA 201, nip 2, nividur S, nivefon, nivelex P, nivelisa, nivelit R, niverapid, nivetop, pascalit R, pierreline, procalit F, procalit G, procodif, procomass, procomix, ragréplan, revadress 2, reverapid, rékal, silluc gobetis, silluc mono L, silluc rénovation P, silluc rénovation T, terra joint, terralit F, terralit G, ternauine, ternuite tyrolien, topral GCL, topral GCP, topral GCS, topral GCX, topral GRX, trapcofuge, tymill. Cette liste de produits est non exhaustive.
Xn. NOCIF	**Nocif :** Produit contenant des substances toxiques en faible proportion. Il peut devenir aussi dangereux qu'un produit "toxique" si la dose reçue est importante. Possibilité d'un dommage irréversible en cas d'expositions prolongées ou répétées. **Précaution :** Éviter tout contact. Ne pas respirer les poussières ou les vapeurs. Consulter un médecin en cas de malaise.	ibocide, ibo décapant, ibo effaceur SL, ibodur fixateur, motex plus HY 300, tramipeint sol, trapco antigraffiti GL, trapco antigraffiti PU, trapco curing, trapco hydrofuge SV, trapco minéralisant CM, trapco rapid
C. CORROSIF	**Corrosif :** Produit détruisant les tissus vivants en cas de contact ou de projection. Il ronge les muqueuses du nez, de la gorge et des bronches lorsqu'il est respiré. Il peut aussi attaquer les équipements. **Précaution :** Ne pas respirer les vapeurs et éviter tout contact avec la peau et les yeux	arcante, ibo net rapid
SYMBOLES REQUIS PAR LA RÉGLEMENTATION DU TRANSPORT	**DÉFINITION**	**PRODUITS CONCERNÉS**
	Classe 3 : liquide inflammable Liquide ayant un point d'éclair en creuset fermé, inférieur ou égal à 61°C	ibo décapant vert, ibo effaceur GR, ibo effaceur SL, ibodur fixateur, motex dry BM 560, motex plus HY 300, tramipeint sol, trapco antigraffiti GL, trapco antigraffiti PU, trapco curing, trapco hydrofuge SV, trapco minéralisant CM
	Classe 6 . 1 : matière toxique Liquide ou solide qui peut nuire à la santé ou causer la mort lorsqu'il est ingéré, inhalé ou mis en contact de la peau, en faible quantité ou par une action unique ou de faible durée.	ibo décapant
	Classe 8 : matière corrosive Liquide ou solide qui peut détruire les tissus humains ou causer des dommages aux matériaux, aux équipements de transport ou aux autres marchandises. Comprend les matières à caractère basique ou acide et les objets en contenant.	arcante, motex fix CO 130

Figure n° 21 : symboles de danger (extrait d'un document Weber et Broutin)

[49] *Consulter le site : www.legifrance.gouv.fr*

> Il est rappelé que les déchets industriels sont répartis en trois classes :

- Classe I, les déchets industriels spéciaux (DIS) : déchets considérés comme dangereux (par exemple, des déchets contenant des solvants organiques nocifs) ;
- Classe II, les déchets industriels banals (DIB) : déchets considérés comme non dangereux (par exemple, des emballages non souillés). Ils sont assimilables à des déchets ménagers et peuvent être traités dans les mêmes filières ;
- Classe III, les déchets industriels inertes (par exemple, des abrasifs pour la préparation d'un support et non utilisés, des morceaux de béton…).

Le décret 2002-540 du 18 avril 2002 donne la liste des déchets. Certains d'entre eux sont **considérés comme dangereux** (marqués par un astérisque) s'ils contiennent **des concentrations** (pourcentage en poids) **suffisantes de certaines substances** listées dans l'annexe 1 du présent décret.[50]

> L'élimination des déchets, comporte deux filières :

- l'élimination proprement dite dans des installations d'élimination des déchets par mise en décharge ou par incinération ;
- la valorisation des déchets par tri, recyclage et réutilisation, soit sur place, soit hors du chantier, soit en centre spécialisé.

> L'élimination des trois catégories de déchets :

- cas des déchets de classe I (les déchets industriels spéciaux ou DIS, dangereux) :
  - les DIS sont éliminés dans des installations, soit de stockage, soit d'incinération autorisées,
  - ils sont soumis à **une traçabilité** de leur origine à leur destination au moyen **d'un bordereau de suivi des déchets industriels (BSDI)**,
  - ils doivent recevoir **un certificat d'acceptation préalable** du gestionnaire de l'installation d'élimination des déchets avant de pouvoir être déposés dans celle-ci,
  - **ils sont contrôlés** lors de leur admission dans l'installation d'élimination des déchets afin de vérifier s'ils sont bien conformes **aux déchets autorisés** dans cette installation ;
- cas des déchets de classe II (déchets industriels banals ou DIB) :
  - les déchets d'emballages industriels ou commerciaux peuvent être soumis à l'obligation de valorisation si les quantités de déchets produites sont importantes (>1 100 litres / semaine),
  - les autres déchets DIB, s'ils ne sont pas valorisés, sont éliminés dans des installations, soit de stockage, soit d'incinération autorisées ;
- cas des déchets de classe III (les déchets industriels inertes) :
  - les déchets industriels de classe II, s'ils ne sont pas valorisés, sont stockés dans une décharge de classe III autorisée.

[50] *Consulter les pages 7074 à 7088 du Journal Officiel (JO) n°93 du 20 avril 2002.*

7.2 Cas d'un chantier de mise en œuvre d'un système de protection de surface pour béton

Certains composants utilisés lors des travaux de traitement de fissures sont toxiques (diluants réactifs de résines époxydiques, solvants, constituants des polyuréthannes, etc.), corrosifs (liants minéraux à base de silicates, ciments, liants organiques de nature basique, etc.) ou encore inflammables (solvants, etc.). Ils peuvent donc être considérés comme dangereux et relever de la catégorie des déchets industriels spéciaux (DIS).

Même lorsque cela n'est pas imposé par la réglementation, **un maître d'ouvrage** a intérêt à évaluer les types de déchets que l'ensemble des opérations de réparation ou de renforcement de son ouvrage (par exemple, lors de la préparation du support) va générer, sachant que certains des déchets peuvent provenir de l'ouvrage existant (produits de démolition) et d'autres, des travaux. Cela peut permettre :

- d'une part d'éviter **des surprises désagréables en cours de travaux**, comme la découverte de produits amiantés ;
- d'autre part, aux clauses **du marché** de prendre en compte la gestion des déchets et si possible de leur valorisation sous forme de clauses environnementales. De telles clauses sont autorisées par le Code des Marchés Publics.

L'entrepreneur, lors **du choix des produits**, se doit de proposer **au maître d'œuvre**, parmi les produits utilisables (c'est-à-dire ayant la même efficacité globale - propriétés mécaniques et chimiques, facilité de mise en œuvre et coût), ceux qui sont **les moins dangereux pour la santé du personnel qui les utilise et qui sont les moins polluants** pour l'environnement.

L'entrepreneur se doit d'organiser son chantier pour faciliter le tri des déchets, car le mélange de déchets de catégories différentes peut conduire à classer la totalité des déchets en DIS, dont le coût de traitement est très supérieur à celui des deux autres catégories.

8

Fiche synthétique du PAQ

La réalisation de travaux de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton comporte plusieurs opérations enchaînées les unes aux autres. Chaque opération peut faire l'objet **d'une procédure et d'un cadre de document de suivi**, mais tous ces différents documents peuvent être regroupés dans **une procédure principale** (par exemple, la procédure relative à la protection des bétons) et **un cadre de document de suivi principal**.

> Il est rappelé que le marché fixe en s'inspirant des dispositions du présent guide :

- les stipulations (prescriptions de moyens et spécifications de produits) à respecter ainsi que la consistance des essais et contrôles. Ces obligations sont reprises dans les procédures et les cadres des documents de suivi ;
- ce qui relève des contrôles interne, extérieur, voire externe ;
- un cadre de PAQ avec la liste minimale des procédures et des cadres de documents de suivi à fournir ;
- le calendrier et les conditions de présentation au maître d'œuvre des différents documents constituants le SOPAQ et le PAQ, au fur et à mesure du déroulement de l'opération chantier (de la remise des offres à la signature du marché et de la période de préparation des travaux à leur réception)[51].

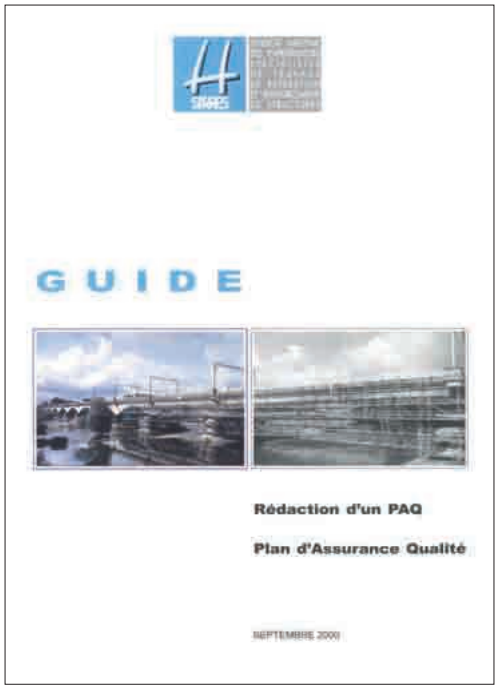


Figure n° 22 :
guide du STRRES 2000

La fiche récapitulative qui suit modifie et complète, en tant que de besoin et en tenant compte des stipulations du présent guide, **la fiche de traitement des fissures** annexée au guide de 2000 du STRRES relatif à la rédaction d'un Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ). En effet, il n'y a pas de fiche sur la protection du béton et la fiche du guide ne liste que les points critiques et ne fixe pas les points d'arrêt.

Il est possible de consulter également, d'une part, le guide de décembre 1991, SETRA, SNCF, TP de France et SNBATI : Mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité – Exécution des ouvrages en béton armé et précontraint et, d'autre part, le fascicule 65A du CCTG.

[51] *Le schéma de l'assurance qualité sur le chantier de la page 13 du guide de rédaction d'un PAQ du STRRES donne dans le détail les actions qualité à entreprendre et le calendrier à respecter.*

PROTECTION DE SURFACE Points sensibles, critiques et d'arrêts

Rep	Description des phases d'exécution	Intervention du contrôle interne			Intervention du contrôle externe à l'entreprise (1)	Intervention du contrôle extérieur (2)
		Points sensibles (3)	Points critiques (4)	Points d'arrêts (5)		
1	**PAQ** pendant le période de préparation des travaux : mise au point **du document d'organisation générale** et établissement des documents suivants : **- les procédures d'exécution ;** **- les cadres des documents de suivi**		Oui			Oui
2	**PAQ,** avant toute réalisation d'une opération : mise au point **des procédures d'exécution** et **des cadres des documents de suivi** correspondants		Oui	**Oui**		Oui
3	**PAQ,** pendant la réalisation d'une opération : respect des procédures, renseignement des documents de suivi et information du maître d'œuvre **(6)**		Oui			Oui
4	**Choix des produits et des matériels**					
	La consultation fixe la famille du produit et les caractéristiques à respecter voire une technique d'exécution. L'entrepreneur propose une ou des solutions - **le marché** entérine la ou les solutions (7)					
	L'épreuve d'étude des produits peut-être nécessaire pour choisir les produits (8)		Oui	**Oui**		Oui
5	**Contrôle et réception des produits**					
	Transport, réception et stockage		Oui	**Oui**		Oui
	Essais d'identification rapide et/ou contrôle des caractères normalisés		Oui	**Oui**		Oui
6	**Relevé contradictoire de l'état du support**		Oui			Oui
7	**Épreuve de convenance de préparation du support**		Oui			Oui
8	**Épreuve de convenance d'une opération**					
	Préparation générale de l'épreuve (documents nécessaires et organisation de l'ensemble des opérations)		Oui			Oui
	Préparation du support (subjectil)		Oui			Oui
	Préparation des produits		Oui			Oui
	Réalisation de l'épreuve		Oui			Oui
	Après réalisation de l'épreuve		Oui			Oui
9	**Contrôles d'exécution d'une opération**					
	Préparation du support		Oui			Oui
	Préparation de l'opération		Oui			Oui
	Préparation du support (subjectil)		Oui			Oui
	Préparation des produits		Oui			Oui
10	**Lever du point d'arrêt avant travaux**		Oui	**Oui**		Oui
	Réalisation de l'opération		Oui			Oui
	Après réalisation de l'opération		Oui	**Oui**		Oui
11	**Réception des travaux**					
	Remise des résultats des essais		Oui			Oui
	PAQ : remise au maître d'œuvre de l'ensemble des documents originaux constituants le PAQ		Oui	**Oui**		Oui
	Vérifications diverses					Oui

LÉGENDE :

(1). il s'agit d'une surveillance et assistance du contrôle interne effectuée par un représentant indépendant de la direction du chantier. Il doit être prévu **au marché**.

(2). il s'agit du maître d'œuvre du client (voire du client) ou d'un organisme habilité par lui (laboratoire ou bureau d'études).

(3). un point sensible est un point de l'exécution qui doit particulièrement retenir l'attention. Dans le présent tableau, l'ensemble des points sensibles n'a pas été développé.

(4). un point critique est un point de l'exécution qui nécessite une matérialisation du contrôle interne sur un document de suivi d'exécution ainsi qu'une information préalable du contrôle extérieur pour que ce dernier puisse effectuer son contrôle, s'il le juge nécessaire. L'intervention du contrôle extérieur n'est pas indispensable à la poursuite de l'exécution.

(5). un point d'arrêt est un point critique pour lequel un accord formel du maître d'œuvre (ou d'un organisme habilité par lui) est nécessaire à la poursuite de l'exécution. Les délais de préavis et les délais de réponse du maître d'œuvre sont fixés dans le marché ainsi que les dispositions à prendre à l'issu du délai de réponse en l'absence de réaction du maître d'œuvre (situation très anormale). Les points d'arrêt doivent être prévus au marché.

(6). le marché peut prévoir qu'un double (photocopie) des documents de suivi renseignés soit remis au maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux (une facilité pour le contrôle extérieur). Il est rappelé que l'ensemble des documents originaux constituants le PAQ doit être remis au maître d'œuvre au moment de la réception des travaux.

(7). ce point recouvre les périodes de préparation du projet, de consultation des entreprises, de jugement des offres, de mise au point et de signature du marché.

(8). si cette épreuve est prévue au marché.

INDEX

A

Association Française de Génie Civil - AFGC 14, 22, 30, 32, 38
Association Française de Normalisation - AFNOR 10, 12, 22, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 58, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 139
Association pour le Certification et la Qualification des Peintures Anticorrosion 22, 64
Association Professionnelle des systèmes d'étanchéités liquides 69
Assurance de la qualité
- Contrôle extérieur 118, 123, 129, 135, 153
- Contrôle externe 118, 153
- Contrôle interne 118, 123, 135, 153
- Documents de suivi 26, 88, 90, 107, 109, 118, 123, 127, 129, 132, 152, 153
- Levée du point d'arrêt 109, 153
- Plan d'Assurance de la Qualité - PAQ 118, 123, 132, 142, 152, 153
- Point critique 153
- Point d'arrêt 109, 121, 124, 129, 132, 135, 148, 153
- Point sensible 153
- Procédures 10, 26, 39, 60, 61, 64, 65, 66, 78, 79, 88, 90, 103, 107, 108, 109, 110, 115, 118, 120, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 152, 153
- Schéma d'Organisation du Plan d'Assurance de la Qualité - SOPAQ 118, 152

Avis Techniques 10, 35, 47, 60, 61, 65, 66, 73, 116, 119, 123

B

Bâtiment 3, 10, 12, 13, 24, 30, 34, 37, 41, 43, 47, 49, 54, 55, 57, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 89, 90, 91, 92, 104, 116, 118, 119, 123, 124, 125, 126, 129, 132, 133, 135
Bureau d'études 153

C

CCTG
- additif au fascicule 65A - Exécution des ouvrages de génie civil en BA et BP . . . 49, 68, 69, 102, 119, 129, 139
- Fascicule 65A – Exécution des ouvrages de génie civil en BA et BP 24, 28, 30, 37, 123, 152
- Fascicule 67 titre I – Étanchéité des ponts-routes 47
- Fascicule 67 titre III – Étanchéité des ouvrages souterrains 47

Centre d'information sur le ciment et ses applications 14, 17
Centre Français de l'Anti-Corrosion 22, 72
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB 22, 43, 61, 75, 115
Certification - Règlement 76
Collection technique CIMbéton
- Béton armé d'inox – Le choix de la durée de 2004 14
- Bétons et ouvrages d'art – Durabilité du béton de 2004. . . . . 14, 17

Contrôles
- Exécution 126
- Réception 120
- Réception – Travaux 142

D

Déchets
- Bordereau de Suivi des Déchets Industriels 143
- Industriels Banals 149
- Industriels Inertes 149
- Industriels Spéciaux 149, 150
- Installations classées 148
- Procédures administratives 148, 149

Déchets 35, 46, 92, 148, 149, 150
DTU
- Cahier des clauses spéciales 63, 91, 93, 95, 97, 100, 119, 137, 138
- Cahier des clauses techniques 91, 119
- Documents particuliers du marché 22, 23, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 100, 119, 126, 127

Durée pratique d'utilisation 45, 76, 107, 131, 134

E

Effets thermiques et hygrométriques 23, 73, 107, 121, 129, 132
Entrepreneur 3, 26, 27, 35, 46, 77, 78, 79, 90, 101, 107, 118, 123, 127, 132, 142, 144, 146, 148, 150, 153

Épreuve d'étude 11, 27, 39, 47, 72, 73, 118, 120, 132
Épreuve de convenance 88, 90, 92, 103, 107, 109, 114, 118, 119, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 135, 137, 153
Essais et contrôles 77, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 152
Exigences 7, 11, 23, 24, 27, 30, 32, 35, 37, 38, 42, 46, 48, 50, 52, 53, 56, 57, 64, 68, 69, 73, 77, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 118, 119, 120, 122, 126, 127, 129, 133, 138, 142

F

Fascicules de documentation
- FD P 18-011 . . . . . 70, 73
- FD P 18-503 . . . . . 28, 92
- FD P 18-802 . . . . . 120, 121, 123, 125
- FD P 84-405 24
- FD T 30-808 . . . . . 41, 55, 62, 66, 68, 95

Fédération Nationale des Travaux Publics - FNTP 22, 147
Fiche technique - Notice technique – Notice d'emploi 26, 35, 70, 76, 78, 80, 81, 88, 91, 102, 106, 107, 108, 110, 111, 113, 114, 116, 130, 131, 145

G

Génie civil 10, 12, 13, 22, 24, 30, 34, 37, 43, 47, 49, 51, 52, 54, 55, 57, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 73, 76, 91, 102, 116, 118, 119, 123, 125, 127, 129, 132, 133, 135, 139
GPEM/PV
- Groupe Permanent Études et Marchés - Peintures et vernis 63

Guide général 22, 145, 146, 148
Guide n°1 (FAÉQ) - Les étanchéités 3, 7, 66, 67, 68
Guide n°1(FABEM) - Reprise des bétons dégradés 14, 35, 38, 39, 90, 92, 103, 134
Guide n°2 (FABEM) - Traitement des fissures par Calfeutrement – Pontage et protection localisée – Création d'un joint de dilatation 3, 7, 42, 43, 89, 94, 96, 97, 101, 104
Guide n°3 (FABEM) - Traitement des fissures par injection 3, 7, 31, 42, 43, 89, 94, 96, 97, 101, 104
Guide n°4 (FABEM) - Protection des bétons 7
Guide n°5 (FABEM) - Béton projeté 14, 35, 38
Guides AFNOR
- GA P 18-902 . . . . . 10, 12, 42, 48, 50, 51, 52, 60, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 124, 128, 139

Guides de l'AFGC
- Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages de 2004 . . . . . 14, 38
- Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion de 2003 38

Guides méthodologiques LCPC
- Aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne de novembre 2003 . . . . . 17, 71, 90

Guides STRRES
- Assurance de la qualité - Guide de rédaction d'un PAQ de septembre 2000 152

Guides techniques LCPC
- Défauts d'aspect des parements en béton de 1991 28
- Mise en peinture des bétons de génie civil de 1999 . . . . . 37, 49, 52, 64, 102, 68, 119, 123, 134, 139
- Protection des bétons par application de produits à la surface du parement de 2002 . . . . . 10, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 49, 50, 52, 58, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 83, 102, 105, 119, 121, 123, 136, 137, 139, 140, 141

Guides techniques LCPC-SETRA
- Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton d'août 1996 . 44, 49, 139

Guides techniques SETRA-SNCF-FNTP-SNBATI
- Mise en œuvre des Plans d'Assurance de la qualité dans les ouvrages en béton armé et en béton précontraint de décembre 1991 152

H

Hygiène et sécurité
- Coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé – Coordonnateur SPS 144
- Dangereux 144, 148, 148, 150
- Fiche de données de sécurité (FDS) 19, 46, 75, 78, 107, 146
- Plan Général de Coordination 146

Hygiène et Sécurité
- Équipements de Protection Individuelle 46

Hygiène et sécurité : 144

I

Indice de classement de l'AFNOR
- NF T 30-062 . . . . . .33, 36, 141

J

Journal Officiel 149

L

Laboratoire 26, 28, 30, 31, 35, 73, 120, 121, 128, 140, 153
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - LCPC 10, 12, 17, 22, 24, 28, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 44, 49, 50, 52, 58, 59, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 83, 90, 102, 105, 108, 119, 121, 123, 129, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141
Liants
- Hydrauliques 19, 27, 30, 35, 36, 37, 53, 60, 61, 62, 65, 66, 68, 74, 76, 81, 84, 86, 93, 95, 105, 108, 109, 110, 119, 123, 130, 131, 132, 135, 137, 139, 141
- Hydrauliques - Modifiés 44, 45, 60, 61, 67, 74, 75, 80, 84, 99, 110, 123, 130, 135
- Organiques 35, 53, 54, 62, 66, 68, 74, 80, 84, 93, 97, 105, 106, 108, 123, 130, 132, 134, 145, 150
- Organiques - Polyacrylamide 44
- Organiques - Polyméthacrylate de méthyle 44, 45
- Organiques - Résines époxydes 44, 45, 65, 74, 80, 84, 93, 130
- Organiques - Résines polyuréthannes 44, 45, 54, 63, 65, 66, 68, 74, 80, 84, 93, 130, 145, 150

M

Maître d'œuvre – Prescripteur - Contrôleur 3, 26, 27, 77, 79, 90, 107, 109, 121, 123, 124, 127, 129, 132, 142, 150, 152, 153
Maître d'ouvrage 14, 27, 32, 53, 118, 121, 122, 123, 126, 127, 150
Manuels méthodologiques LCPC
- identification des réactions de dégradation interne du béton dans les ouvrages d'art de 1999 17

Marché 11,13, 23, 24, 26, 27, 28, 35, 38, 42, 44, 47, 51, 53, 64, 69, 70, 73, 78, 79, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 107, 109, 110, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 150, 152, 153
Marchés Publics
- Marché 76, 150

Marques de certification
- CE 11, 27, 47, 50, 71, 76, 122
- CSTBat 61
- NF 76, 120, 121

Marques de certification 43, 47, 72, 76
Mode opératoire
- Imperméabilisation 15, 24, 30, 42, 47, 48, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 74, 82, 83, 93, 96, 111, 113
- Outils de mise en œuvre 26, 81, 83, 84, 85, 86, 111, 112, 113, 115, 146
- Préparation des produits 74, 90, 107, 108, 125, 126, 130, 131, 153
- Préparation du support 26, 27, 28, 32, 35, 36, 37, 62, 63, 88, 89, 90, 91, 92, 97, 102, 103, 105, 106, 109, 119, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 150, 153
- Préparation et réalisation de l'opération de protection de surface 105
- Relevé des défauts du support 26, 28, 89, 126, 127
- Relevé des défauts du support - Fissures 3, 7, 10, 13, 15, 23, 26, 27, 31, 32, 34, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 54, 58, 59, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 73, 74, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 127, 128, 138, 150
- Transport et stockage des produits 78

N

Niveaux de performances 11, 23, 27, 42, 48, 49, 50, 51, 56, 58, 59, 60, 62, 67, 68, 69, 121, 122
Normes d'essais
- ISO 3233 56
- ISO 46-77-1 107
- ISO 46-77-2 107
- ISO 787-7 56
- NF EN 1062-11 . . . . . 58, 59, 128
- NF EN 1062-3 58
- NF EN 1062-6 58
- NF EN 1062-7 56
- NF EN 12390-8 140
- NF EN 12504-1 34
- NF EN 13501-1 58
- NF EN 13687-1 . . . . . 58, 59
- NF EN 13687-2 59
- NF EN 13687-3 59
- NF EN 1504-10 . . . . . 50, 91, 102, 105, 107, 119, 122, 127, 128, 129, 133, 134, 136, 137, 139, 104
- NF EN 1504-8 . . . . . 118, 122

NF EN 1542 . . . . . 58, 59, 128, 136, 140
NF EN 1766 . . . . . 58, 60, 128
NF EN 2813 136
NF EN ISO 1524 56
NF EN ISO 2409 . . . . . 36, 140
NF EN ISO 2808 . . . . . 136, 137, 140
NF EN ISO 2812-1 59
NF EN ISO 3274 128
NF EN ISO 3668 136,137
NF EN ISO 4288 128
NF EN ISO 4624 . . . . . 33, 36, 136, 137, 140
NF EN ISO 4628-1 140
NF EN ISO 4628-2 59
NF EN ISO 4628-4 59
NF EN ISO 4628-5 59
NF EN ISO 7783-1 58
NF EN ISO 7783-2 . . . . . 56, 58
NF EN ISO 787-18 56
NF EN ISO 868 140
NF P 18-454 59
NF T 01-011 33
NF T 30-121 140
NF T 30-122 . . . . . 136, 140
NF T 30-123 . . . . . 136, 140
NF T 30-125 134
NF T 30-304 60
NF T 34-554-1 . . . . . 65, 140
NF T 34-554-2 140
PR NF EN 14630 128
XP P 18-420 34
XP P 84-371 69
XP P 84-372 69
XP P 84-373 69
XP P 84-374 69

Normes d'essais abrogées

NF T 30-048 65
NF T 30-053 65
NF T 30-061 . . . . . 136, 137
NF T 30-064 136
XP P 84-402 . . . . . 22, 57
XP T 30-081 33
NF T 30-084 65

Normes d'exécution

DTU 14.1 – NF P 11-221-1 et 2 60
DTU 20.1 – NF P 10-202-1, 1/A1, 1/A2 – NF P 10-201-2, 2/A1, 2/A2- NF P 10-210-3, 3/A1 . . . . . 28, 60
DTU 21 – NF P 18-201 . . . . . 30, 32, 65, 66, 92, 93, 97
DTU 23.1 – NF P 18-210 . . . . . 24, 28, 30, 92, 96
DTU 26.1 – NF P 15-201-1, 1/A1, 1/A2 – NF P 15-201-2 . . . . . 26, 42, 55, 60, 81, 86, 93, 95, 115, 116, 123, 135, 138, 141
DTU 42.1 – NF P 84-404-1, 1/A1, 1/A2 – NF P 84-404-2, NF P 84-404-3 – FD P 84-40 . . . . . 12, 22, 30, 41, 43, 49, 63, 67, 76, 95, 96, 100, 101, 116, 119, 123, 127, 135, 138
DTU 59.1 – NF P 74-201-1, 1/A1 – NF P 74-201-2, 2/A1 . . . . . 30, 32, 37, 41, 55, 63, 74, 76, 92, 93, 94, 123, 126, 135, 136, 137
DTU 59.2 – NF P 74-202-1, 1/A1, 1/A2 - NF P 74-202 . . . . . 30, 35, 37, 41, 74, 92, 95, 116, 123, 137, 138
DTU 59.3 – NF P 74-203-1, 1/A1 - NF P 74-203-2 . . . . . 30, 33, 37, 41, 93, 97, 98, 137
XP ENV 1504-9 . . . . . 28, 50

Normes de la série

NF EN 1062-* 10, 42, 118, 124, 139
NF EN 1504-** 27, 50, 72, 76, 91, 124

Normes produits

NF EN 1062-1 . . . . . 10, 12, 15, 22, 23, 27, 28, 41, 42, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 66, 68, 70, 73, 75, 91
NF EN 1504-1 . . . . . 15, 76
NF EN 1504-2 . . . . . 11, 12, 13, 15, 22, 27, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 73, 76, 77, 119, 122
NF EN 206-1 . . . . . 59, 70, 71

NF P 15-311 55
NF P 18-800 . . . . . 76, 118, 120, 121, 122
NF T 36-005 . . . . . 54, 55, 63, 66, 69, 76
XP P 18-840 92
XP T 34-722 . . . . . 12, 42, 48, 51, 56, 62, 63, 73, 75, 95, 96, 97, 124, 127
Normes produits abrogées
NF T 30-700 . . . . . 54, 55, 56, 57
NF T 30-804 . . . . . 55, 56, 57
NF T 34-720 . . . . . 55, 56, 57
Normes de la série P 84-40* 22
XP P 84-401 22
XP P 84-403 . . . . . 22, 55, 56, 57
Normes produits et travaux
NF P 95-101 92
NF P 95-103... . . . . 10, 12, 13, 15, 18, 27, 28, 49, 62, 65, 68, 70, 79, 88, 89, 109, 118, 139
Notes d'information technique LCPC
Mise en peinture des bétons de génie civil de 1978 102

O

Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics - OPPBTP 22, 146
Ouvrages provisoires
Chargé des ouvrages provisoires - COP 129
Moyens d'accès 26, 127, 129, 145

P

pH.. . . . . 11, 16, 30, 33, 37, 95, 97, 98, 99, 104, 105, 126, 128
Prescriptions 24, 58, 61, 78, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 109, 115, 122, 152
Présence d'eau 31, 32, 60, 89
Produits
Antigraffiti 63, 64, 74, 80, 84, 139
Bitumineux 54, 60, 66, 74, 80, 84, 130
Caractéristiques d'identification rapide 121
Critères de choix 11, 27, 46, 62, 65, 68, 70
De réparation 10, 44, 49, 134
Fabriqués sur le chantier 73, 86, 109, 122, 123, 132
Imprégnation hydrofuge (hydrophobe) 48, 50, 73, 74, 130, 140
Imprégnation hydrofuge ou non 19, 49, 50, 66, 73, 74, 82, 93, 111, 113, 114, 127, 133, 140
Inhibiteurs de corrosion 19, 38, 72, 74, 82, 126, 134, 141
Minéralisateurs 45, 48, 60, 61, 66, 68, 133
Peintures... . . . . 12, 19, 35, 37, 41, 45, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 80, 82, 83, 84, 92, 93, 94, 97, 99, 109, 119, 123, 130, 134, 136, 140
Revêtements plastiques épais 35, 36, 41, 47, 53, 54, 55, 56, 60, 63, 74, 75, 76, 83, 92, 95, 96, 100, 114, 119, 130, 137
Revêtements plastiques semi-épais 53, 55, 60, 63, 74, 75, 76, 83, 93, 95, 100, 114, 130
Silicates 44, 45, 54, 66, 145, 150
Systèmes d'étanchéité liquide 69, 74, 80, 84, 130

R

Réactions de gonflement interne
Alcali- réaction 17, 52, 70, 90
Réaction sulfatique 17, 31, 90
Réactions de gonflement interne : 17, 31, 71, 90
Responsabilités et garanties des constructions 63

S

Service d'études techniques des routes et autoroutes-SETRA 22, 44, 49, 139, 152
Spécifications 55, 63, 66, 68, 69, 71, 152
Stipulations 73, 79, 123, 152
Syndicat national des entrepreneurs spécialistes de Travaux de Réparation
et Renforcement des Structures STRRES 152
Systèmes de protection 3, 7, 10, 12, 13, 18, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 69, 71, 73, 75, 76, 82, 83, 84, 88, 89, 91, 98, 102, 103, 107, 110, 113, 118, 119, 124, 131, 133, 135, 139, 152

T

Textes réglementaires
Code du Travail 144
Environnement 27, 46, 105, 148, 150
Tenue au feu 52
Traitement des fissures 3, 7, 10, 13, 31, 32, 42, 43, 44, 65, 67, 68, 90, 102, 128, 152

TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURE N° 1 : LES TROIS INTERVENANTS LE MAÎTRE D'ŒUVRE (LE PRESCRIPTEUR), L'ENTREPRENEUR ET LE CONTRÔLEUR
FIGURE N° 2 : EXTRAIT DE LA NORME HOMOLOGUÉE NF P 84-404-1 DE SEPTEMBRE 1993
FIGURE N° 3 : EXTRAIT DE LA NORME HOMOLOGUÉE NF EN 1062-1 D'OCTOBRE 2004
FIGURE N° 4 : PRÉPARATION D'UNE OPÉRATION DE RÉPARATION
FIGURE N° 5 : PRINCIPE DE RÉALISATION D'UN RATTRAPAGE DIT « EN QUEUE DE BILLARD »
FIGURE N° 6 : ILLUSTRATION DES PÉRIODES D'INCUBATION ET DE PROPAGATION
FIGURE N° 7 : COMMENT DIFFÉRENCIER UNE FISSURE DUE AUX DIFFÉRENTS RETRAITS D'UNE FISSURE DE FLEXION
FIGURE N° 8 : EXTRAIT D'UNE FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ DE LA SOCIÉTÉ SIKA
FIGURE N° 9 : CONTRÔLE À LA RÈGLE ET AU RÉGLET DE LA PLANÉITÉ D'UNE PAROI EN BÉTON
FIGURE N° 10 : ABAQUE DE DÉTERMINATION DU POINT DE ROSÉE (DIAGRAMME DE MOLLIER)
FIGURE N° 11 : DISPOSITIONS À RESPECTER LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'ARMATURE D'UN REVÊTEMENT
FIGURE N° 12 : LES DIFFÉRENTES PHASES D'EXÉCUTION D'UN REVÊTEMENT AU PLAFOND
FIGURE N° 13 : LES DIFFÉRENTES PHASES D'EXÉCUTION D'UN REVÊTEMENT SUR UN MUR
FIGURE N° 14 : LES DIFFÉRENTES PHASES D'EXÉCUTION D'UN REVÊTEMENT AU SOL
FIGURE N° 15 : MÉTHODOLOGIE DE PROJECTION D'UN REVÊTEMENT AU PISTOLET
FIGURE N° 16 : INCIDENCES DES RÉGLAGES SUR LA QUALITÉ DE LA PROJECTION
FIGURE N° 17 : TRAITEMENT DES POINTS PARTICULIERS D'UNE FAÇADE
FIGURE N° 18 : RÉCEPTION PAR LE CONTRÔLEUR DES PRODUITS DE RÉPARATION
FIGURE N° 19 : CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR D'UN FEUIL HUMIDE AVEC UNE JAUGE À PEIGNE
FIGURE N° 20 : CONSIGNES DE SÉCURITÉ DE LA FICHE TECHNIQUE D'UN PISTOLET (EXTRAIT D'UN DOCUMENT WAGNER)
FIGURE N° 21 : SYMBOLES DE DANGER (EXTRAIT D'UN DOCUMENT WEBER ET BROUTIN)
FIGURE N° 22 : GUIDE DU STRRES 2000

TABLE DES PHOTOS

PHOTO N° 1 : DÉSORDRES DUS À LA CORROSION DES ARMATURES (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 2 : DÉSORDRES DUS AU GEL INTERNE DU BÉTON (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 3 : DÉSORDRES DUS AU GEL DE SURFACE OU ÉCAILLAGE (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 4 : DÉSORDRES DUS À UNE ALCALI-RÉACTION (CRÉDIT PHOTO PAREXLANCO ET POINEAU)
PHOTO N° 5 : MOYENS D'ACCÈS NÉCESSAIRES POUR L'EXÉCUTION DES TRAVAUX (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 6 : EXEMPLE DE DÉFAUT GÉOMÉTRIQUE (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 7 : EXEMPLES DE DÉFAUTS DE TEXTURE (PHOTOS POINEAU ET SÉTRA)
PHOTO N° 8 : EXEMPLES DE DÉFAUTS D'ASPECT (PHOTOS POINEAU)
PHOTO N° 9 : FISSURE SUR UNE PAROI (PHOTO FREYSSINET)
PHOTO N° 10 : DIFFÉRENTS ESSAIS D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT D'UN SUPPORT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO, SÉTRA ET POINEAU)
PHOTO N° 11 : INCIDENCES DE L'ORIENTATION ET DES DISPOSITIFS DE PROTECTION DU SUPPORT SUR LA TENUE DES REVÊTEMENTS (PHOTOS POINEAU)
PHOTO N° 12 : CHANTIER MONTRANT LA PRÉPARATION DU SUPPORT ET LA PROTECTION RÉALISÉE (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 13 : TEST DU QUADRILLAGE SUR UN REVÊTEMENT EXISTANT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 14 : EXEMPLE DE FISSURE CONSTAMMENT HUMIDE (PHOTO DDE 54)
PHOTO N° 15 : CONSÉQUENCE DE LA CIRCULATION DE L'EAU AU TRAVERS D'UNE FISSURE (PHOTO DDE 54)
PHOTO N° 16 : ÉTIQUETAGE D'UN PRODUIT DE PROTECTION POUR BÉTON (PHOTO WEBER ET BROUTIN)
PHOTO N° 17 : OPÉRATION DE DILUTION D'UNE PEINTURE (PHOTO JEAN-PAUL BENNETON LRPC DE LYON)
PHOTO N° 18 : MÉLANGE DES CONSTITUANTS D'UN REVÊTEMENT À BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES MODIFIÉS (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 19 : MACHINE À PROJETER AVEC SA CUVE DE MALAXAGE ET BUSE DE PROJECTION EN ACTION (CRÉDIT PHOTO PAREXLANCO)
PHOTO N° 20 : PISTOLETS DIVERS POUR PROJECTION DE PRODUITS PÂTEUX ET POUR PEINTURE À BASSE PRESSION (PHOTOS VOLUMAIR)
PHOTO N° 21 : CHANTIER DE PROJECTION D'UN REVÊTEMENT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 22 : MACHINE À PROJETER MANUELLE DITE « TYROLIENNE™ » (CRÉDIT PHOTO PAREXLANCO)
PHOTO N° 23 : RÉALISATION DE DIVERSES FINITIONS DE SURFACE (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 24 : RELEVÉ DES DÉFAUTS DU SUPPORT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)
PHOTO N° 25 : DÉCAPAGE D'UN ANCIEN REVÊTEMENT DE SOL (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)
PHOTO N° 26 : NETTOYAGE D'UN SUPPORT EN BÉTON À L'EAU SOUS PRESSION, À L'EAU SOUS THP ET PAR SABLAGE (ABRASIFS AUTORISÉS) (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)

PHOTO N° 27 : ASPECT FINAL D'UN REVÊTEMENT SANS ET AVEC RAGRÉAGE PRÉALABLE D'UN NID DE CAILLOUX (EXTRAIT D'UNE NOTE D'INFORMATION DU LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES PARUE EN 1978)
PHOTO N° 28 : APPLICTION D'UN REVÊTEMENT AU ROULEAU SUR UN PONT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 29 : ATELIER DE MISE EN PEINTURE D'UN SOL (PHOTO JEAN-PAUL BENNETON LRPC DE LYON)
PHOTO N° 30 : RÉALISATION D'UN ENDUIT MONOCOUCHE AVEC UNE MACHINE À PROJETER (CRÉDIT PHOTO PAREXLANCO)
PHOTO N° 31 : EXEMPLE DE JOINTS DE FRACTIONNEMENT DANS LE REVÊTEMENT D'UNE PILE D'UN PONT (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 32 : RÉALISATION D'UN JOINT DE FRACTIONNEMENT (CRÉDIT PHOTO PAREXLANCO)
PHOTO N° 33 : CRÉATION D'UN LARMIER À L'EXTRÉMITÉ D'UN ENCORBELLEMENT ET CONSÉQUENCES DE L'ABSENCE D'UN LARMIER (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 34 : ÉTAT DU SUPPORT AVANT TRAVAUX ET APRÈS PRÉPARATION PRÊT POUR LES CONTRÔLES (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO)
PHOTO N° 35 : APPAREIL POUR LE CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR D'UN REVÊTEMENT (PHOTO ERICHSEN)
PHOTO N° 36 : BÂTIMENTS AVANT ET APRÈS TRAVAUX (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)
PHOTO N° 37 : DÉFAUTS D'EXÉCUTION POUVANT APPARAÎTRE AVEC LE TEMPS (PHOTO POINEAU)
PHOTO N° 38 : CONTRÔLE DE L'ADHÉRENCE D'UN REVÊTEMENT PAR TRACTION DIRECTE (PHOTO JEAN-PAUL BENNETON LRPC DE LYON)
PHOTO N° 39 : REVÊTEMENT DE PROTECTION EN PLACE SUR UN PONT ET DÉFAUTS D'EXÉCUTION (CRÉDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)
PHOTO N° 40 : ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (PHOTOS POINEAU)

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU N° 1 : DIFFÉRENTS RÉACTIFS DE CONTRÔLE DU PH
TABLEAU N° 2 : CLASSEMENT D'ÉQUIVALENCE EVWA
TABLEAU N° 3 : CORRESPONDANCE ENTRE LES ABRÉVIATIONS
TABLEAU N° 4 : SOLUTIONS USUELLES DE TRAITEMENT DES FISSURES
TABLEAU N° 5 : CORRESPONDANCES ENTRE LES TERMINOLOGIES FRANÇAISES ET EUROPÉENNES
TABLEAU N° 6 : LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DES PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION DES BÉTONS
TABLEAU N° 7 : LES CLASSES EUROPÉENNES DE TENUE AU FEU
TABLEAU N° 8 : LA CLASSIFICATION FRANÇAISE DES PEINTURES, DES VERNIS ET PRODUITS CONNEXES
TABLEAU N° 9 : LA CLASSIFICATION FRANÇAISE DES PRODUITS DE PEINTURES ET SYSTÈMES DE REVÊTEMENTS POUR MAÇONNERIE ET BÉTON EXTÉRIEURS
TABLEAU N° 10 : LA CLASSIFICATION EUROPÉENNE DES PRODUITS DE PEINTURES ET SYSTÈMES DE REVÊTEMENTS POUR MAÇONNERIE ET BÉTON EXTÉRIEURS
TABLEAU N° 11 : RELATIONS ENTRE LES PRODUITS ET LEURS NIVEAUX DE PERFORMANCE POTENTIELS
TABLEAU N° 12 : PRESCRIPTIONS DE PERFORMANCES POUR LES REVÊTEMENTS (EXTRAIT PARTIEL DU TABLEAU N° 5 DE LA NORME HARMONISÉE NF EN 1504-2
TABLEAU N° 13 : CHOIX DU NIVEAU DE PERFORMANCE D'UN REVÊTEMENT SUIVANT LES FONCTIONS RECHERCHÉES D'APRÈS LE GUIDE GA P 18-902
TABLEAU N° 14 : CLASSIFICATION DES MORTIERS POUR REVÊTEMENTS À BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES
TABLEAU N° 15 : DURÉES DES GARANTIES CONTRE LES DÉCOLLEMENTS, PELAGES ET CLOQUAGES
TABLEAU N° 16 : DURÉES DES GARANTIES CONTRE LES DÉCOLLEMENTS, PELAGES ET CLOQUAGES (TUNNELS, TRANCHÉES COUVERTES…)
TABLEAU N° 17 : DURÉES DES GARANTIES D'ASPECT
TABLEAU N° 18 : CHOIX D'UNE FAMILLE DE PRODUITS SUIVANT LES FONCTIONS RECHERCHÉES
TABLEAU N° 19 : CHOIX D'UN SYSTÈME DE REVÊTEMENT EN FONCTION DE LA FISSURATION DU SUPPORT
TABLEAU N° 20 : FONCTIONS À EXIGER DES PRODUITS DANS DES CLASSES D'ENVIRONNEMENT DONNÉES DE FAÇON À ÉVITER CERTAINS DÉSORDRES
TABLEAU N° 21 : LES PERFORMANCES DES FAMILLES DE PRODUITS SUIVANT LES FONCTIONS RECHERCHÉES
TABLEAU N° 22 : LES DURÉES DES GARANTIES APPLICABLES AUX DIFFÉRENTES FAMILLES DE PRODUITS
TABLEAU N° 23 : PERFORMANCES DES MATÉRIELS DE MISE EN ŒUVRE DES PEINTURES ET REVÊTEMENTS
TABLEAU N° 24 : TOLÉRANCES DE PLANÉITÉ
TABLEAU N° 25 : CARACTÉRISTIQUES MINIMALES À EXIGER DU SUPPORT EN BÉTON (EXTRAIT DU DTU 59.3)
TABLEAU N° 26 : LES DIFFÉRENTS TRAITEMENTS APPLICABLES AUX PARTIES FISSURÉES (ARTICLE 6 DU DTU 42.1)
TABLEAU N° 27 : LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PRÉPARATION D'UN SUPPORT EN BÉTON
TABLEAU N° 28 : ESSAIS ET CONTRÔLES IMPOSÉS PAR LES DIFFÉRENTS DTU
TABLEAU N° 29 : LES DIFFÉRENTS CONTRÔLES PRÉVUS PAR LES TEXTES FRANÇAIS
TABLEAU N° 30 : LES DIFFÉRENTS CONTRÔLES PRÉVUS PAR LES TEXTES EUROPÉENS
TABLEAU N° 31 : LISTE DES POINTS SENSIBLES, CRITIQUES ET D'ARRÊT, RELATIVE À UNE OPÉRATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION SUR UN BÉTON

Annexe
Documents de référence

1 Tableau des principaux textes de référence
2 Les normes
3 Fascicules du CCTG
4 Guides et documents techniques
5 Documents divers

1 Tableau des principaux textes de référence

Afin de ne pas alourdir le GUIDE N°4 [FABEM] déjà très copieux, le tableau ci-dessous, qui regroupe **les principaux textes de références** par domaine d'emploi (bâtiment et/ou génie civil), a été reporté en tête de la présente annexe. Ce tableau devait figurer dans l'article 2 du GUIDE N°4 [FABEM] intitulé : documents de références.

Domaine du bâtiment		
Normes, DTU, guides…	**Titres**	**Observations**
NF P 74-201 (DTU 59.1)	Travaux de peinture des bâtiments – Cahier des clauses techniques.	
NF P 74-202 (DTU 59.2)	Travaux de bâtiment – Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques.	
NF P 74-203 (DTU 59.3)	Travaux de bâtiment – Peinture de sols – Cahier des clauses techniques.	
NF P 84-404 (DTU 42.1)	Travaux de bâtiment – Protection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères.	Voir aussi le FD P 84-405.
NF P 15-201-1 (DTU 26.1)	Travaux de bâtiment – Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne.	Enduits épais en mortier avec fonction d'imperméabilisation, etc
NFT 36-005	Peintures et vernis – Classification des peintures, des vernis et des produits connexes.	Peintures et vernis – Classification des peintures, des vernis et des produits connexes.
FD T 30-808	Peintures et vernis pour le bâtiment – Guide relatif aux produits et systèmes de peintures pour façades.	
NF EN 1062-1 indice de classement AFNOR T 34-721-1	Produits et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs – Partie 1 : classification.	Norme européenne.
NF EN 1062-3	Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 3 : détermination et classification de la perméabilité à l'eau liquide.	Norme européenne.
NF EN 1062-6	Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 6 : détermination de la perméabilité au dioxyde de carbone	Norme européenne.
NF EN 1062-7	Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 7 : détermination du comportement à la fissuration	Norme européenne.
NF EN 1062-11	Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 11 : méthodes de conditionnement avant essais	Norme européenne.
XP T 34-722	Peintures et vernis – Produits de peinture et systèmes de revêtement pour la maçonnerie et le béton extérieurs - Adaptation des revêtements de façade à **la nouvelle classification européenne**.	Liaison avec la norme NF EN1062-1.

Domaine du génie civil		
Normes, fascicules du CCTG…	**Titres**	**Observations**
Fascicule 65 A	Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	Voir l'additif au fascicule 65 A.
Additif au fascicule 65 A	Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint.	Traite dans son chapitre 8 de la mise en peinture des bétons.
Titre I du fascicule 67	Étanchéité des ponts-routes.	Pour mémoire, se reporter au GUIDE N°1 [FAÉG] : les étanchéités.
Titre III du fascicule 67	Étanchéité des ouvrages souterrains.	Pour mémoire, se reporter au GUIDE N°1 [FAÉG] : les étanchéités.
Fascicule 74	Construction des châteaux d'eau en béton armé, en béton précontraint ou en maçonnerie et des ouvrages annexe.	Pour mémoire, se reporter au GUIDE N°1 [FAÉG] : les étanchéités.
Titre II du fascicule 81	Construction des stations de traitement des eaux usées	Pour mémoire, se reporter au GUIDE N°1 [FAÉG] : les étanchéités et au Fascicule 74.
NF P 95-101	Ouvrages d'art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement.	Norme à utiliser en cas de réparation du support.
NF P 95-103	Ouvrages d'art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.	

Tableau des principaux textes de référence 1

Domaine du génie civil		
Normes, fascicules du CCTG…	**Titres**	**Observations**
Les cinq normes (1504-1, 2, 8, 9 et 10) de la série NF EN 1504-**	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton.	Normes européennes.
GA P 18-902	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de la surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil.	Liaison avec la norme NF EN1504-2.
NF EN 1504-3	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 3 : réparation structurale et non structurale.	Norme à utiliser en cas de réparation du support.
Note d'information technique du LCPC de 1978	Mise en peinture des bétons de génie civil.	Voir le guide 1999.
Guide technique du LCPC de 1996	Choix et l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton.	
Guide technique du LCPC de 1999	Mise en peinture des bétons de génie civil.	
Guide technique du LCPC de 2002	Protection des bétons par application de produits à la surface du parement.	

Domaine du bâtiment et du génie civil		
Normes européennes	**Titres**	**Observations**
NF EN 1504-1	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 1 : définitions.	
NF EN 1504-2	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 2 : systèmes de protection de surface pour béton.	Norme harmonisée.
NF EN 1504-3	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 3 : réparation structurale et non structurale.	Norme à utiliser en cas de réparation du support. Norme harmonisée.
NF EN 1504-8	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 8 : maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité.	Norme harmonisée.
XP ENV 1504-9	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 9 : principes généraux d'utilisation des produits et systèmes.	Norme expérimentale provisoire.
NF EN 1504-10	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 10 : application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux.	Norme harmonisée.

Tableau n° 1 : principaux textes de référence

Photo 1 : quelques unes des normes nécessaires pour la rédaction de la nouvelle collection des guides du STRRES

2.1 GÉNÉRALITÉS

SITE DE L'AFNOR

Pour se rendre sur le portail de l'AFNOR, taper « **www.afnor.fr** », puis cliquer sur l'onglet intitulé « **plan du site** », puis sur « **la boutique AFNOR** », puis sur « **Normes et produits d'édition** » et, enfin, sur l'onglet « **Normes en ligne** ». Ici, deux solutions sont possibles :

- **Si on connaît l'intitulé d'une norme**, il suffit de le taper dans **le cadre** et de cliquer sur le bouton « envoyer » (par exemple, NF P 18-800 ou P 18-800 ou 18-800 [voire P 18-8** pour obtenir toute la série]) ;

Attention, le texte de la norme n'est pas consultable : on trouve, au mieux, le titre, l'objet de la norme et son sommaire.

- **Si on ne connaît pas l'intitulé de la norme, il faut cliquer sur « recherche avancée ». Cinq cadres apparaissent :**
  - le premier n'a pas d'intérêt puisqu'il exige la référence exacte de la norme,
  - le second permet de rentrer **des mots clefs**. Par exemple : « béton, béton armé, béton banché… »,
  - le troisième permet de rentrer **le code ICS**, c'est-à-dire **la famille de la norme cherchée**. Par exemple : le numéro 93 concerne les normes du génie civil,
  - le quatrième permet de rentrer, soit **la date exacte** de parution de la norme recherchée, soit la une période pendant laquelle elle est parue,
  - le dernier concerne **la catégorie** à laquelle appartient la norme recherchée. Par exemple : normes françaises et européennes, normes ISO…

Le moteur de recherche donne aussi accès aux règlements des différentes marques NF (par exemple, la marque NF relative aux produits spéciaux utilisés en réparation) ainsi qu'à la liste des produits admis à la marque et à celle de leurs fabricants.

Remarque : L'AFNOR attribue aux normes nationales **un indice de classement** dont le numéro est le même que celui de la norme (par exemple, la norme NF T 30-800 a pour indice de classement T 30-800). Il n'en est pas de même pour les normes européennes ou internationales homologuées en normes françaises (par exemple, la norme NF EN 12504-1 a pour indice de classement P18-444).

Le moteur de recherche simple du portail de l'AFNOR ne fonctionne pas si on introduit l'indice de classement à la place du numéro de la norme.

INCIDENCES DE LA NORMALISATION EUROPÉENNE

L'état d'avancement incomplet de **la normalisation européenne sur les produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton** ne permet pas encore actuellement d'y faire totalement référence. Cependant, **les normes européennes** de la série NF EN 1504-** se substituent progressivement aux normes françaises de la série P 18-8** en vigueur. Il en a été tenu compte et elles figurent dans les tableaux ci-après avec l'échéancier correspondant.

À cette série de normes s'ajoutent les normes européennes de la série NF EN 1062-* relatives aux produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs. Ces normes, qui visent le domaine du bâtiment, se sont substituées aux normes françaises et sont donc opérationnelles.

NORMES DE LA SÉRIE 1504-**

- Les normes européennes de la série 1504-** comprennent :
  - une norme (1504-1) commune à tous les produits et systèmes de protection et de réparation et relative aux définitions,
  - des normes fixant les spécifications que doivent respecter les produits et systèmes de protection et de réparation. Les produits et systèmes de protection des bétons sont concernés par la norme 1504-2,
  - une norme (1504-8) sur la maîtrise de la qualité et l'évaluation de la conformité des produits et systèmes en usine,
  - une norme (1504-9) sur les principes d'utilisation des produits et systèmes, fixant une démarche pour identifier l'état de la structures, les causes des désordres… et pour choisir la méthode de réparation la mieux adaptée,
  - une norme (1504-10) sur les conditions d'application des produits et systèmes et sur le contrôle de la qualité des travaux.
- Cette série de normes fait l'objet du mandat de la Communauté Européenne M/128 qui établit les conditions **du marquage CE** imposé par la Directive Produits de Construction (89/106/CE). Ces normes, pour la plupart, ont le statut de normes harmonisées (voir le site www.dpcnet.org/scr qui donne la liste des normes harmonisées).
- Ces diverses normes de la série 1504-** renvoient en tant que de besoin à des normes d'essai EN-ISO ou EN. Ces normes d'essais remplaceront également à terme les normes d'essais de la série P 18-8**.
- La mise en application de la norme NF EN 1504-2 est facilitée par le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil).

NORMES DE LA SÉRIE 1062-*

- Les normes européennes de la série 1062-* comprennent :
  - une norme (1062-1) commune à tous les produits et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs relative à la classification des propriétés et caractéristiques des systèmes de revêtement (tableaux des niveaux de performances pour chacune des caractéristiques) ;
  - des normes d'essai :
    - NF EN 1062-3 relative à la détermination et la classification de la perméabilité à l'eau liquide,
    - NF EN 1062-6 relative à la détermination de la perméabilité au dioxyde de carbone,
    - pr EN 1062-7 relative à la détermination du comportement à la fissuration,
    - NF EN 1062-11 relative aux méthodes de conditionnement avant essais.

- Parmi ces normes, la norme NF EN 1062-1 s'est substituée entre 1999 et 2004 aux normes homologuées NF T 30-700, NF T 30-804 et NF T 30-708 et aux normes expérimentales XP P 84-401, XP P 84-402 et XP P 84-403.
- La mise en application de la norme NF EN 1062-1 est facilitée par la norme expérimentale XP T34-722 (Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs – Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne).

EN CONCLUSION

- La norme NF EN 1504-2 vise la mise en place de revêtements destinés à empêcher la pénétration des agents agressifs dans le béton. Elle couvre donc :
  - en partie l'article 4.4 (produits pour revêtements de protection généralisée) de la norme NF 95-103 : Réparation des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton,
  - l'ensemble de l'article 4.5 (produits pour revêtements assurant une fonction particulière) de la même norme.
- La mise en application de la norme NF EN 1504-2 est facilitée par le guide d'application de l'AFNOR GA P 18-902 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil).
- La norme NF EN 1062-1 vise la préservation, la décoration et la protection des supports en maçonnerie et en béton neufs ou anciens, nus ou revêtus. Elle couvre donc :
  - la majeure partie de l'article 4.4 (produits pour revêtements de protection généralisée) de la norme NF 95-103 : Réparation des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton. En effet, la norme NF P95-103, dans cet article, s'appuie surtout sur les DTU et traite de la protection vis-à-vis de l'eau liquide et de la perméabilité à la vapeur d'eau,
  - une petite partie de l'article 4.5 de cette même norme, puisqu'elle fixe des classes de perméabilité au dioxyde de carbone.
- Les développements du présent GUIDE N°4 [FABEM] mais aussi ceux des GUIDES 2 et 3 [FABEM] montrent que les références normatives des DTU sont à mettre à jour et que la norme NF EN 1504-2 ne couvre pas complètement les domaines visés par la norme NF 95-103.

NOTA IMPORTANT : dans les différents tableaux, les normes citées dans le **GUIDE N°4 [FABEM]** apparaissent dans les cases de couleur jaune soutenu.

2.2 NORMES FRANÇAISES

Il s'agit :

- des normes d'exécution de la série NF P 95-10* sur la réparation et le renforcement des structures en béton et en maçonnerie ;

- des normes françaises homologuées ou expérimentales et des fascicules de documentation de la série P 18-8** relatifs aux produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique ;
- des normes françaises homologuées relatives aux DTU, traitant de la protection des bétons (ces DTU traitent de l'application de produits et systèmes sur différents supports (béton, enduits…), dont la conception et l'exécution sont visées par d'autres DTU listés également dans le tableau n° 4 ci-après). Il s'agit des normes :
  - NF P 15-201-1, 2 et amendements, constituants le DTU 26.1 (enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne),
  - NF P 84-404-1, 2, 3 et amendements, constituants le DTU 42.1 (réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères),
  - NF P 74-201-1, 2 et amendements, constituants le DTU 59.1 (travaux de peinture des bâtiments),
  - NF P 74-202-1, 2 et amendements, constituants le DTU 59.2 (revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques),
  - NF P 74-203-1, 2 et additifs, constituants le DTU 59.3 (peinture de sols),
- de fascicules de documentation, de guides d'emploi et de normes… listés dans le tableau n° 5 ci-après.

Les normes, qui doivent être disponibles sur le chantier sont celles qui concernent le marché et/ou les travaux et/ou les contrôles imposés par le marché. La colonne observations indique le domaine d'emploi de chaque norme et d'autre remarques.

2.2.1 Normes de la série P 95-10*

Seule la norme NF P 95-103, qui traite de la protection du béton, est directement visée dans le GUIDE. La norme NF P 95-101 peut être appliquée si des produits de réparation à base de liants hydrauliques ou organiques sont employés sous forme de mortiers pour reprendre localement les dégradations du béton support.

Type de norme	Norme	Date de publication	Observations
Spécifications et travaux	NF P 95-101 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement – Spécifications relative à la technique et aux matériaux utilisés.	Novembre 1993	Marchés, travaux et contrôles
	NF P 95-103 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.	Juin 1993	

*Tableau n° 2 : normes de la série NF P 95-1**

2.2.2 Normes de la série P18-8** relatives aux produits de réparation pour béton

La norme homologuée NF P 18-800 et les normes d'essais associées, la norme expérimentale XP P18-840 et les normes d'essai associées ainsi que le fascicule de documentation FD P 18-802 visés dans le GUIDE N°4 [FABM] concernent les opérations de préparation et/ou de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton. De plus, lorsqu'il n'y a pas de texte de référence, les principes développés pour la réception et le contrôle des produits peuvent être utilisés.

Annexe

Type de norme	Norme	Date de publication	Observations
Générale	NF P 18-800 : Produits spéciaux destinés aux réparations, collages, injections, calages, scellements applicables aux constructions en béton hydraulique - Définitions, classification, conditionnement, marquage, conditions de réception.	Décembre 1989	**Marchés, travaux et contrôles**
Travaux et contrôles	FD P 18-802 : Produits spéciaux destinés aux réparations, collages, injections, calages, scellements applicables aux constructions en béton hydraulique - Contrôles sur chantier.	Octobre 1992	**Travaux et contrôles**
D'essais d'identification	XP P 18-805 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Dosage en liant actif.	Novembre 1994	**Contrôles**
	NF P 18-806 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Analyse granulométrique.	Juillet 1989	
	NF P 18-807 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Perte au feu à + 450 degrés Celsius et teneur en cendres à + 950 degrés Celsius.	Novembre 1989	
	XP P 18-808 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Analyse minéralogique et composition potentielle selon Bogue.	Avril 1993	
	XP P 18-809 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Analyse par spectrophotométrie infrarouge sur produit avant mise en œuvre.	Octobre 1992	
	NF P 18-810 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Détermination de la Durée Pratique d'Utilisation (DPU).	Septembre 1989	
	XP P 18-811 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Préparation d'un échantillon pour essai.	Octobre 1992	
	NF P 18-812 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Détermination de l'indice d'époxyde.	Juillet 1989	
	NF P 18-813 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Dosage des fonctions aminées par l'indice de basicité totale.	Septembre 1987	
De spécifications	XP P 18-840 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Caractères normalisés et garantis.	Septembre 1993	**Marchés Cas des reprises locales du béton support**
D'essais de performance (1)	XP P 18-851 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de flexion sur éprouvette évidée et reconstituée.	Novembre 1992	**Contrôles** (Cf. NF EN 4624 et EN 1542)
	XP P 18-852 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai d'adhérence par traction sur dalle support à surface sciée.	Avril 1993	
	XP P 18-853 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai d'adhérence par traction après cycles thermiques sur dalle support à surface sciée.	Avril 1993	
	XP P 18-854 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de tenue aux chocs répétés sur éprouvettes à surface sciée.	Avril 1993	
	XP P 18-855 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de perméabilité aux liquides sur éprouvettes à surface sciée.	Novembre 1992	

Type de norme	Norme	Date de publication	Observations
D'essais de performance (1)	XP P 18-856 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de tenue aux rayonnements ultra-violets.	Avril 1993	Contrôles
	XP P 18-857 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai, après cycles de gel-dégel, de tenue aux chocs répétés sur éprouvettes à surface sciée.	Avril 1993	
	XP P 18-858 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai d'adhérence par traction sur dalle support à surface rugueuse.	Avril 1993	
	XP P 18-859 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai d'adhérence par traction après cycles thermiques sur dalle support à surface rugueuse.	Avril 1993	
	XP P 18-860 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de tenue aux chocs répétés sur éprouvettes à surface rugueuse.	Avril 1993	
	XP P 18-861 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai, après cycles de gel-dégel, de tenue aux chocs répétés sur éprouvettes à surface rugueuse.	Avril 1993	
	XP P 18-862 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai de perméabilité aux liquides sur éprouvettes à surface rugueuse.	Avril 1993	

Tableau 3

Nota : *(1) les essais de performance servent également à la sélection des produits.*

2.2.3 Normes françaises relatives aux travaux de bâtiment (DTU)

Type de norme	DTU	Norme	Date de publication	Observations
Travaux et contrôles	14.1	NF P 11-221-1 : Travaux de bâtiment – Travaux de cuvelage – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Mai 2000	Marchés, travaux et contrôles
		NF P 11-221-2 : Travaux de bâtiment – Travaux de cuvelage – Partie 1 : Cahier des clauses spéciales.	Mai 2000	
De conception et calcul	20.1	XP P 10-202-1 : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 1 : Cahier des clauses techniques	Avril 1994	
		XP P 10-202-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1)	Décembre 1995	
		XP P 10-202-1/A2 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°2)	Décembre 1999	
		XP P 10-202-2 : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales.	Avril 1994	
		XP P 10-202-2/A1 : Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales (amendement n°1).	Décembre 1995	
		XP P 10-202-2/A2 : Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales (amendement n°2).	Décembre 1999	
		XP P 10-202-3 : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site.	Avril 1994	
		XP P 10-202-3/A1 : Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site (amendement n°1).	Décembre 1995	

Annexe

Type de norme	DTU	Norme	Date de publication	Observations
Travaux et contrôles	**21**	NF P 18-201 : Travaux de bâtiment – Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques.	Mars 2004	**Marchés, travaux et contrôles**
Conception, calcul et exécution	**23.1**	NF P 18-210 : Travaux de bâtiment – Murs en béton banché – Cahier des clauses techniques.	Mai 1993	
Travaux	**26.1**	NF P 15-201-1 : Travaux de bâtiment – Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Mai 1993	
		NF P 15-201-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Mai 1994	
		NF P 15-201-1/A2 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°2).	Janvier 1999	
		NF P 15-201-2 : Travaux de bâtiment – Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne – Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.	Mai 1993	
Conception, travaux et contrôles	**42.1**	NF P 84-404-1 : Norme d'exécution des travaux – Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères - Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Septembre 1993	**Marchés, travaux et contrôles** Références normatives non à jour (Cf. NFP 1062-1 et XP T 84-722)
		NF P 84-404-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Octobre 2000	
		NF P 84-404-2 : Norme d'exécution des travaux – Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères - Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.	Septembre 1993	
		NF P 84-404-3 : Norme d'exécution des travaux – Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères - Partie 3 : Guide d'emploi.	Septembre 1993	
		FD P 84-405 : Travaux de bâtiment – Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères – Commentaires à la norme NF P 84-404 (DTU 42.1).	Décembre 1997	
Travaux et contrôles	**59.1**	NF P 74-201-1 : Peinture – travaux de peinture des bâtiments - Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Octobre 1994	
		NF P 74-201-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Octobre 2000	
		NF P 74-201-2 : Peinture – travaux de peinture des bâtiments - Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.	Octobre 1994	
		NF P 74-201-2/A1 : Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (amendement n°1).	Octobre 2000	
Travaux et contrôles	**59.2**	NF P 74-202-1 : Travaux de bâtiment – Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Mai 1993	
		NF P 74-202-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Juillet 2000	
		NF P 74-202-1/A2 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°2).	Octobre 2000	
		NF P 74-202-2 : Travaux de bâtiment – Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques – Partie 1 : Cahier des clauses spéciales.	Mai 1993	
Travaux et contrôles	**59.3**	NF P 74-203-1 : Travaux de bâtiment – Peinture de sols – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Mai 1993	
		NF P 74-203-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Octobre 2000	
		NF P 74-203-2 : Travaux de bâtiment – Peinture de sols – Partie 1 : Cahier des clauses spéciales.	Mai 1993	

Tableau 4

2.2.4 Fascicules de documentation, guides d'emploi et normes françaises relatifs à la protection des bétons

Type de norme	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
De spécifications et de conception	FD P 18-011 : Classification des environnements agressifs.	Juin 1992	**Marchés et travaux**
	FD T 30-808 : Peintures et vernis pour le bâtiment – Guide relatif aux produits et systèmes de peintures pour façades.	Août 1997	**Marchés et travaux** Références normatives non à jour (Cf. NF EN P 1062-1 et XP T 84-722)
De spécification, de conception et de contrôle	GA P 18-902 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil.	Mai 2004	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. NF EN 1504-**)
De spécifications et de conception	NF T 36-005 : Peintures et vernis – Classification des peintures, des vernis et des produits connexes.	Septembre 1989	**Marchés et travaux** (Cf. NF EN 1062-1)
	XP T 34-722 : Peintures et vernis – Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs – Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne.	Septembre 2004	**Marchés et travaux** (Cf. NF EN 1062-1)
De spécifications et de contrôle	NF P 15-311 : Chaux de construction - Définitions, spécifications et critères de conformité.	Janvier 1996	**Marchés, travaux et contrôles** **La NF P 15-312 a été abrogée**

Tableau 5

2.2.5 Normes françaises d'essais et fascicules de documentation

Liste des normes et fascicules de documentation visés dans le **GUIDE N°4 [FBM]** et qui concerne essentiellement les essais et contrôles.

Type de norme	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
FD d'essais et de contrôle	FD P 18-503 : Surfaces et parements du béton – éléments d'identification.	Novembre 1999	**Marchés, travaux et contrôles**
	FD T 30-808 : Peintures et vernis pour le bâtiment - Guide relatif aux produits et systèmes de peintures pour façades - Revêtements minéraux, revêtements organiques.	Août 1997	
Normes NF EN d'essais et de contrôle	NF EN 206-1 : Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité.	Avril 2004	**Marchés, travaux et contrôles**
	NF EN 1062-1 : Produits et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs – Partie 1 : classification.	Octobre 2004	
	NF EN 1062-3 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 3 : détermination et classification de la perméabilité à l'eau liquide.	Février 1999	
	NF EN 1062-6 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 6 : détermination de la perméabilité au dioxyde de carbone	Novembre 2002	
	NF EN 1062-7 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 7 : détermination du comportement à la fissuration	Août 2004	
	NF EN 1062-11 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 11 : méthodes de conditionnement avant essais	Novembre 2002	
	NF EN 1542 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de l'adhérence par traction directe.	Juillet 1999	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. série P 18-852 NF EN ISO 4624)
	NF EN 1766 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Bétons de référence pour essais.	Mars 2000	**Marchés, travaux et contrôles**
	NF EN 2813 : Peintures et vernis - Détermination de la réflexion spéculaire de feuils de peinture non métallisée à 20 degrés, 60 degrés et 85 degrés.	Septembre 1999	
	NF EN 12390-8 : Essai pour béton durci – Partie 8 : profondeur de pénétration de l'eau sous pression.	Octobre 2001	

Annexe

Type de norme	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
FD d'essais et de contrôle	NF EN 12504-1 : Essais pour béton dans les structures – Partie 1 : carottes – Prélèvement, examen et essais en compression.	Août 2000	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. ISO 2808)
	NF EN 13501-1 : Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu.	Novembre 2002	
	NF EN 13687-1 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 1 : cycles de gel-dégel avec immersion dans des sels de déverglaçage.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-2 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 2 : cycles d'averses d'orage (choc thermique).	Décembre 2002	
	NF EN 13687-3 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 3 : cycles thermiques sans immersion dans des sels de déverglaçage.	Décembre 2002	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. aussi NF EN 13-501-2)
	NF EN 13687-4 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 4 : cycles thermiques à sec.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-5 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 5 : résistance au choc de température.	Décembre 2002	
	PR NF EN 14630 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de la profondeur de carbonatation d'un béton armé par la méthode phénophtaléine.	Juin 2006	
Normes NF EN ISO d'essais et de contrôle	NF EN ISO 787-18 : Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge - Partie 18 : détermination du refus sur tamis - Méthode mécanique avec liquide d'entraînement.	Octobre 1995	
	NF EN ISO 868 : Plastiques et ébonite – Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore).	Mars 2003	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. ISO 2808)
	NF EN ISO 2409 : Peintures et vernis - Essai de quadrillage.	Novembre 1994	
	NF EN ISO 2808 : Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuil.	Décembre 1999	
	NF EN ISO 2812-1 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 1 : méthodes générales.	Novembre 2004	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. NF EN ISO P 2812-2 et PR NF EN ISO 2812-1)
	PR NF EN ISO 2812-1 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 1 : immersion dans des liquides autres que l'eau.	Juillet 2005	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. NF EN ISO P 2812-1 et 2)
	NF EN ISO 2812-2 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 2 : méthode par immersion dans l'eau.	Janvier 1995	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. NF EN ISO P 2812-1 et PR NF EN ISO 2812-1)
	NF EN ISO 3274 : Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface : méthode du profil – Caractéristiques nominales des appareils de contact (palpeur)	Mars 1998	**Marchés, travaux et contrôles** Caractéristiques des appareils de mesure de la rugosité et l'ondulation de surface
	NF EN ISO 3668 : Peintures et vernis – Comparaison visuelle de la couleur des peintures.	Mai 1983	
	NF EN ISO 3868 : Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques - Mesurage de l'épaisseur - Méthode basée sur le principe de Fizeau d'interférométrie à faisceaux multiples.	Avril 1995	**Marchés, travaux et contrôles**
	NF EN ISO 4288 : Spécification géométrique de produits (GPS) – État de surface : méthode du profil – Règles de procédures pour l'évaluation de l'état de surface.	Mars 1998	
FD d'essais et de contrôle	NF EN ISO 4624 : Peintures et vernis – Essai de traction.	Novembre 2003	
	NF EN ISO 4628-1 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 1 : introduction générale et système de désignation.	Mai 2004	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. XP P 18-852 et NF EN 1542)
	NF EN ISO 4628-2 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 2 : évaluation du degré de cloquage	Mai 2004	

Type de norme	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
FD d'essais et de contrôle	NF EN ISO 4628-4 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 4 : évaluation du degré de craquelage.	Mai 2004	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. XP P 18-852 et NF EN 1542)
	NF EN ISO 4628-5 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 5 : évaluation du degré d'écaillage	Mai 2004	
	NF EN ISO 4628-6 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 6 : évaluation du degré de farinage par la méthode du ruban adhésif.	Juillet 2002	
	NF EN ISO 4628-7 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 7 : évaluation du degré de farinage par la méthode du morceau de velours.	Avril 2004	
	NF EN ISO 7783-1 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 1 : méthode de la capsule pour feuils libres (perméabilité).	Septembre 1999	
	NF EN ISO 7783-2 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 2 : détermination et classification du taux de transmission de la vapeur d'eau (perméabilité).	Juillet 1999	
Normes NF d'essais et de contrôle	NF T 01-011 : Indicateur de pH. – liste de solutions préférentielles.	Août 1970	**Marchés, travaux et contrôles**
	NF P 18-454 : Béton – Réactivité d'une formule de béton vis-à-vis de l'alcali-réaction – Essai de performance.	Décembre 2004	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. FD P 18-456)
	NF P 18-810 : Détermination de la Durée Pratique d'Utilisation (DPU).	Septembre 1989	
	NF T 30-121 : Peintures - Détermination de l'épaisseur du feuil sec - Méthode du micromètre.	Août 1974	
	NF T 30-122 : Peintures - Détermination de l'épaisseur du feuil sec - Méthode du comparateur.	Août 1974	
	NF T 30-123 : Peintures - Détermination de l'épaisseur du feuil sec - Méthodes du microscope.	Août 1974	
	FD T 30-125 : Peintures - Détermination de l'épaisseur du feuil frais.	Août 1974	
	NF T 30-304 : Revêtements organiques - Peintures et vernis - Essai de lessivabilité.	Février 2004	
	NF T 34-554-1 : Peintures et vernis - Système de peinture anti-corrosion - Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique - Partie 1 : critères de performance.	Mars 2001	
	NF T 34-554-2 : Peintures et vernis - Systèmes de peinture anticorrosion. Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique.	Mai 1998	
Normes XP d'essais et de contrôle	XP P 18-420 : Béton - Essai d'écaillage des surfaces de béton durci exposées au gel en présence d'une solution saline	Juin 1995	**Marchés, travaux et contrôles**
	XP P 18-852 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits ou systèmes de produits à base de résines synthétiques ou de liants hydrauliques destinés aux réparations de surface du béton durci – Essai d'adhérence par traction sur dalle support à surface sciée.	Avril 1993	**Marchés, travaux et contrôles** (Cf. série P 18-8** voir aussi NF EN 1542 et NF EN ISO 4624)
Normes XP d'essais et de contrôle	XP P 84-371 : Produits d'étanchéité - Système d'étanchéité liquide (SEL) - Comportement dans l'eau d'un système d'étanchéité liquide	Septembre 1999	**Marchés, travaux et contrôles**
	XP P 84-372 : Produits d'étanchéité - Système d'étanchéité liquide (SEL) - Cycles d'exposition à la chaleur, au froid, à l'eau et à l'humidité.	Septembre 1999	
	XP P 84-373 : Produits d'étanchéité - Système d'étanchéité liquide (SEL) - Essai de poinçonnement statique après épreuves d'abrasion et cycles climatiques.	Septembre 1999	
	XP P 84-374 : Produits d'étanchéité - Système d'étanchéité liquide (SEL) - Essai de réparabilité d'une membrane d'étanchéité liquide.	Septembre 1999	

Tableau n° 6

Nota : *la procédure de mise en œuvre de l'appareil BT-CRIS se trouve dans le guide technique du LCPC de 2002.*

Annexe

2.2.6 Normes rendues obsolètes par les nouvelles normes européennes

Il s'agit des diverses normes qui ont été rendues caduques par la parution des normes européennes de la série NF EN 1062-*. Ces normes obsolètes permettent de comprendre les changements opérés par les nouvelles normes et l'évolution des exigences en matière de protection du béton.

Document concerné	Fascicules de documentation, guides et normes	Observations
DTU 59.1 et DTU 42.1	NF T 30-038 : Peintures et vernis - Essai de quadrillage.	Voir NF EN ISO 2409
Guide LCPC 1999	NF T 30-053 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 1 : méthodes générales	Voir NF EN ISO 2812-1
DTU 42.1, 59.1 et 59.3	NF T 30-061 : Peintures et vernis – Comparaison visuelle de la couleurs des peintures.	Voir NF EN ISO 3668
DTU 59.3	NF T 30-062 : Peintures – Détermination de la résistance à l'arrachement par traction.	Voir XP P 18-852, NF EN 1542 et NF EN ISO 4624
DTU 59.1	NF T 30-064 : Peintures et vernis - Détermination de la réflexion spéculaire.	Voir NF EN 2813
DTU 59.3	NFT 30-081 : Peintures et vernis - Appréciation du farinage.	Voir NF EN ISO 4628-6 et 7
DTU 59.1, 59.2 et 59.3	NF T 30-700 : Peintures – Revêtements plastiques épais – Spécifications.	Voir XP T 34722, NF EN 1062-1 et FD T 30-808
DTU 59.1, 59.2 et 59.3	NF T 30-700 : Peintures – Revêtements plastiques épais – Spécifications.	Voir XP T 34722, NF EN 1062-1 et FD T 30-808
	NF T 30-805 : Peintures – Guide relatif aux produits de peintures utilisés dans les travaux de peinturage du bâtiment.	
	NF T 34-720 : Peintures – Revêtements plastiques semi-épais à fonction de protection des supports faïencés – Spécifications.	
DTU 42.1	XP P 84-401 : Peintures et vernis – Façades – Revêtements à base de polymères utilisés en réfection des façades en service – Définitions et vocabulaire.	
	XP P 84-402 : Peintures et vernis – Façades – Revêtements à base de polymères utilisés en réfection des façades en service – Méthodes d'essais.	
	XP P 84-403 : Peintures et vernis – Façades – Revêtements à base de polymères utilisés en réfection des façades en service – Caractéristiques et performances.	
DTU 59.1	NF T 30-804 : Peintures pour le bâtiment – Spécifications des peintures micro-poreuses pour façades.	

Tableau n° 7

2.2.7 Marque NF – produits spéciaux destinées aux constructions en béton hydraulique (pour mémoire)

La Marque NF recouvre exactement l'ensemble des produits relevant des normes de la série P 18-8** et en particulier les produits de réparation du béton. Elle garantit :

- la conformité du produit certifié aux exigences de la norme de spécifications (les caractères normalisés garantis) à laquelle elle se réfère ;
- l'existence, dans la chaîne de production et de distribution, d'une organisation de la qualité reconnue.

Pour de plus amples détails, il faut se référer **au règlement de la marque** référencé **NF 030**.

Rappels :

- les caractères normalisés peuvent comporter plusieurs niveaux ou classes de performance… Les valeurs correspondantes figurent obligatoirement dans la notice technique du produit et peuvent figurer sur l'étiquette de marquage ;
- la marque NF peut se superposer à un marquage CE si le produit satisfait à des exigences supplémentaires ou à une organisation de la qualité plus élevée que celle fixée par la norme européenne.

Remarque : *à ce jour, la marque NF ne traite pas des produits et systèmes pour la protection des bétons.*

2.2.8 Certification ACQPA des systèmes de peintures pour béton (pour mémoire)

L'ACQPA, qui gérait la certification des peintures anticorrosion, traite aussi, depuis le 16 novembre 2005, de **la certification des peintures pour béton. Un comité de certification des produits** a été mis en place et **un règlement particulier** a été créé. Le secrétariat de cette association est assuré par le LCPC.

La certification de l'ACQPA ne couvre pas les aspects **de protection** au sens de la norme NF EN 1504-2. Elle remplace **la procédure du LCPC de qualification des systèmes de peintures** et couvre **les fonctions** suivantes :

- l'aspect ;
- la sécurité (les couleurs améliorent la signalisation) ;
- le confort des usagers (teintes claires pour les tunnels) ;
- la facilité de nettoyage ;
- l'économie d'énergie sur l'éclairage (teintes claires dans les tunnels) ;
- l'amélioration de la protection du béton (imperméabilité contre les ruissellements et les condensations.

Deux classes d'environnement sont prises en compte :

- classe V : peintures exposées au rayonnement solaire ;
- classe I : peintures non exposées au rayonnement solaire.

Deux types de systèmes de peintures sont pris en compte :

- les systèmes à 2 couches (épaisseur de 300 à 500 µm) ;
- les systèmes à 3 couches (épaisseur de 350 à 500 µm).

Les systèmes de peinture certifiés par l'ACQPA concernent le domaine du génie civil :

- les tunnels ;
- les ponts…

Remarque : *sont exclus : les bâtiments, les parcs de stationnement, les supports horizontaux avec rétention d'eau.*

2.3 NORMES INTERNATIONALES ISO

Type de norme	Norme	Date de publication	Observations Calendrier
ISO	ISO 787-7 : Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge - Partie 7 : détermination du refus sur tamis - Méthode à l'eau - Méthode manuelle.	Octobre 1981	Contrôles
	ISO 3233 : Peintures et vernis – Détermination du pourcentage de matières non volatiles par mesurage de la masse volumique d'un revêtement sec.	Août 1998 modifiée en juillet 1999	Contrôles (modifiée en juillet 1999 (Cf. ISO 3233/AC1))
	ISO 46-77-1 : Atmosphère de conditionnement et d'essai. Détermination de l'humidité relative – Partie 1 : méthode utilisant un psychomètre à aspiration.	Octobre 1985	Contrôles
	ISO 46-77-2 : Atmosphère de conditionnement et d'essai. Détermination de l'humidité relative – Partie 2 : méthode utilisant un psychomètre fronde.	Octobre 1985	

Tableau n° 8

Il est rappelé que ces normes font éventuellement référence à d'autres normes qui traitent d'autres **méthodes d'essai**. Il n'a pas été jugé utile de les lister dans la présente annexe.

Annexe

Fascicule	Observations
Fascicule 65 A : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	**Marchés, travaux et contrôles** (ce texte est en cours de refonte)
Additif au fascicule 65 A : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	
Titre I du fascicule 67 : étanchéité des ponts-routes	**Marchés, travaux et contrôles**
Titre III du fascicule 67 : étanchéité des ouvrages souterrains	

Tableau n° 9

Document	Date de valeur	Observations
Guide de l'AFGC : Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages.	Juillet 2004	
Guide de l'AFGC : Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion.	Novembre 2003	
Collection technique Cimbéton : n° T. 48 bétons et ouvrages d'art - Durabilité du béton	Novembre 2004	
Collection technique Cimbéton : n° T. 81 béton armé d'inox – Le choix de la durée.	Avril 2004	
Note d'information technique du LCPC : Mise en peinture des bétons du génie civil	Avril 1978	
Guide technique LCPC : Défauts d'aspect des parements en béton.	1991	(Cf. FD P 18-503)
Guide technique LCPC-SETRA : Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton.	Août 1996	
Guide technique LCPC : Mise en peinture des bétons de génie civil.	Juin 1999	
Guide technique LCPC : Protection des bétons par application de produits à la surface du parement.	Décembre 2002	
Manuel du LCPC : Manuel d'identification des réactions de dégradation interne du béton dans les ouvrages d'art	Février 1999	
Guide SETRA, SNCF, TP de France et SNBATI : Mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité – Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint	Décembre 1991	
Guide de rédaction d'un PAQ - Plan d'Assurance Qualité - STRRES	Septembre 2000	

Tableau n° 10

Annexe

Fascicule	Observations
Directive Produits de Construction 89/106/CEE du 21 décembre 1988	www.dpcnet.org (Réglementation Européenne des Produits de Construction).
Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.	J O du 31 décembre 2002
Arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.	J O du 1er avril 2004
GPEM/PV : groupe permanent d'étude des marchés : peintures, vernis et produits connexes : voir P61, 62, 63 et 64 sur les garanties.	www.finances.gouv.fr /daj (liste des ouvrages publiés par les GPEM).
Assurance Construction : Loi 78-12 du 4 janvier 1978 modifiée (articles 1792, 1792-1, 1792-2, 1792-3, 1792-4, 1792-5, 1792-6 et 2270 du Code Civil).	JO du 5 janvier 1978
Certification CSTB enduits monocouche d'imperméabilisation et de mise en œuvre. Classification MERUC – Modalités d'essais - Contrôle interne (Fascicule 2669 du CSTB)	Consulter le CSTB

Tableau n° 11

Le comité de pilotage chargé du GUIDE STRRES N°4 de la famille BéTON ET MAÇONNERIE [FABEM 4] était composé de :

Christian TRIDON, président du STRRES
Bernard FARGEOT, président d'honneur du STRRES

Philippe ARVILLE	EIFFEL
Didier CHABOT	COFEX
Gil CHARTIER	RCA
Damien COLOMBOT	BAUDIN-CHATEAUNEUF
Xavier JULLIAN	SOLETANCHE BACHY
Christian TOURNEUR	FREYSSINET

Le GUIDE STRRES N°4 de la famille BÉTON ET MAÇONNERIE [FABEM 4] a été rédigé par :

Daniel POINEAU

Ce document a été réalisé avec le concours
de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP)
et de la Fédération Française du Bâtiment (FFB).

I ◀◀ Retour au sommaire I

STRRES
NOTRE TALENT
DÉFIE LE TEMPS